

WERNER BERGMANN

**APARIȚIA
RECUNOAȘTEREA
ȘI PREÎNȚIMPINAREA
CARENTEI
SUBSTANȚELOR
NUTRITIVE
LA PLANTELE CULTIVATE**

MINISTERUL AGRICULTURII
EDITURA AGRO-SILVICĂ

Dr. habil WERNER BERGMANN

MS 2041

**APARIȚIA
RECUNOAȘTEREA
ȘI PREÎNTÎMPINAREA
CARENTEI
SUBSTANȚELOR
NUTRITIVE
LA PLANTELE CULTIVATE**

*MS
9797*

MINISTERUL AGRICULTURII
EDITURA AGRO-SILVICĂ
București

W. BERGMANN

Auftreten, Erkennen und Verhüten von Nährstoffmangel bei
Kulturpflanzen

Veb Deutscher Landwirtschaftsverlag

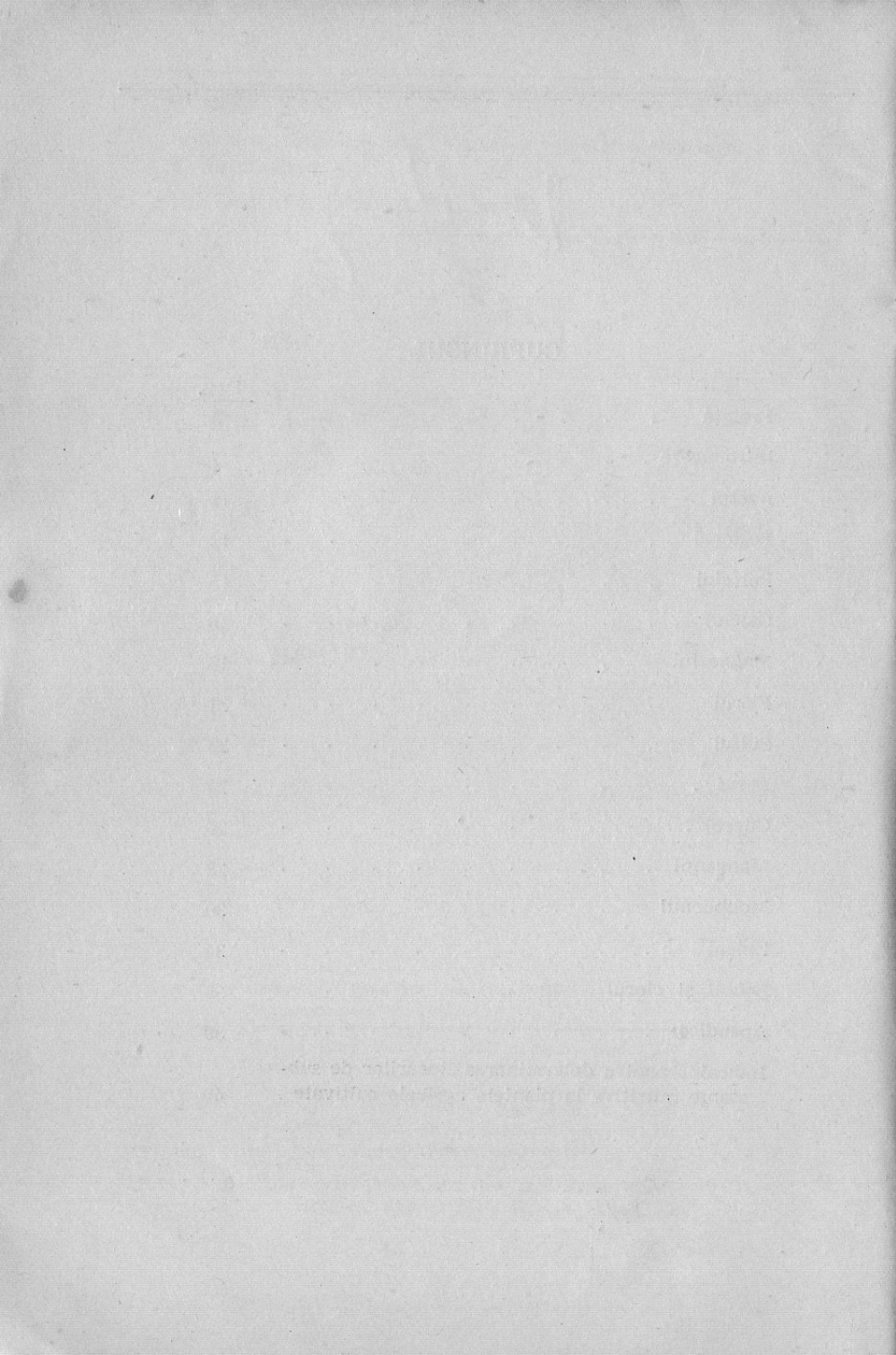
Redactor responsabil: Ing. Proca Dinu
Tehnoredactor: Ilie Gabriel

*Dat la cules: 05.07.1961. Bun de tipar: 24.07.1961.
Apărut 1961. Tiraj: 2000 + 100 ex. Hirtie velină s.
65 g/m², format 610×860/16. Coli editoriale: 3,67
Coli de tipar: 2,75 Planşe tipar înalt 24+1 tabel
A: 02057/1961. C.Z. pentru bibliotecile mari: 632.121
C. Z. pentru bibliotecile mici 632.*

Imprimeria Filaret, str. Fabrica de Chibrituri
nr. 9—11, Bucureşti — R. P. R. cd. 3349

CUPRINSUL

	<u>Pag.</u>
Prefață	5
Introducere	7
Azotul	11
Fosforul	12
Potasiul	15
Calciul	16
Magneziul	18
Fierul	21
Sulfur	23
Borul	24
Cuprul	26
Manganul	28
Molibdenul	30
Zincul	34
Sodiul și clorul	36
Apendice	39
Indicator pentru determinarea lipsurilor de substanțe nutritive la plantele agricole cultivate .	40



P R E F A Ț Ă

Numai printr-o hrănire adecvată, armonioasă și îndestulătoare cu elemente minerale nutritive se creează condițiile favorabile pentru o creștere sănătoasă și optimă a plantelor. Substanțele minerale mențin, respectiv îmbunătățesc, capacitatea solurilor cultivate de a produce recolte mari și sigure. Dacă planta duce lipsa unui element necesar creșterii și respectiv procesului de metabolism ce se desfășoară în celulele ei, atunci are loc, mai mult sau mai puțin evident, o atrofie în creștere și o deformare a plantei, ceea ce duce implicit la o scădere a producției. De aceea preîntâmpinarea lipsei de macro- și microelemente nutritive, constituie o condiție premergătoare și indispensabilă oricărei producții vegetale cu randament sporit.

În anul 1840, o dată cu apariția primei ediții a cărții lui J. V. Liebig „Chimia și aplicarea ei în agricultură și în fiziologie“, prin „teoria minerală“, a început o nouă epocă în domeniul nutriției plantelor, a pornit aproape în toate țările o activitate intensă de cercetări cu scopul de a identifica toate elementele minerale care sînt necesare pentru existența plantei și care influențează atît creșterea cît și dezvoltarea ei.

Această misiune n-a fost de loc ușoară, ceea ce reiese și din faptul că o serie de elemente minerale, cunoscute azi ca fiind necesare pentru existența plantelor, nu au putut fi cunoscute decît în cursul ultimelor decenii.

Chiar și atunci cînd se presupune cunoașterea necesității unui element mineral, în viața practică pe baza creșterii plantelor, nu se poate trage ușor și fără dificultăți concluzii privind lipsa unui element sau altul din nutriția plantei. Totuși anumite simptome caracteristice, privind unele deficiențe pot servi drept indicații pentru recunoașterea carențelor substanțelor nutritive ale plantelor cultivate.

În broșura de față, unde se tratează despre „Apariția, recunoașterea și preîntâmpinarea carenței substanțelor nutritive la plantele cultivate“, urmează să enumerăm, într-o scurtă expunere, cauzele și efectele lipsei acelor elemente minerale, care sînt recunoscute astăzi ca fiind de primă necesitate, indicînd în același timp și măsurile pentru preîntâmpinarea lor.

Textul se completează printr-un scurt indicator sinoptic privind determinarea simptomelor carențelor de substanțe nutritive la plantele agricole cultivate și 24 planșe colorate, reprezentînd manifestările caracteristice provocate de lipsurile lor. Aceste imagini ușurează recunoașterea simptomelor carențelor de substanțe nutritive tuturor acelor care se ocupă cu plante agricole cultivate.

Jena—Zwätzen, luna iulie 1959.

Dr. habil W. BERGMANN

INTRODUCERE

Substanța din care este alcătuit corpul plantelor se compune din carbon, oxigen și hidrogen. Carbonul provine din bioxidul de carbon (CO_2) care se găsește în aer și se încorporează în materia organică prin procesul de asimilare. Hidrogenul provine din apa care este absorbită din pământ sau din mediul nutritiv, în mare parte prin rădăcinile plantelor. Oxigenul este luat atât din atmosferă, cât și din apă. Dar plantele nu pot trăi numai cu elementele din apă și aer. În afară de aceasta ele mai au nevoie și de alte elemente minerale, care în general sînt absorbite din pământ sau, cum este cazul hidro-culturilor (culturi în mediu lichid) din mediul respectiv, cu ajutorul rădăcinilor. Deși aceste elemente minerale deseori nu constituie mai mult de 2—10% din substanța uscată a plantelor, ele sînt totuși absolut necesare pentru creșterea și dezvoltarea plantelor.

Pînă la sfîrșitul secolului trecut, fitofiziologii și agrochimștii au fost de părere că pentru creșterea normală a plantelor sînt necesare numai următoarele elemente: azotul (N), fosforul (P), potasiul (K), calciul (Ca), magneziul (Mg), fierul (Fe) și sulful (S); mai tîrziu s-a constatat că plantele mai au nevoie și de alte elemente minerale. Deoarece o cantitate mică din aceste elemente este suficientă pentru a asigura o creștere normală a plantelor — iar administrarea lor în cantități mai mari provoacă chiar o gravă vătămare a plantelor — ele au fost numite „clasice” sau „elemente de mare capacitate” (Boas, 1937). Noack propune, dat fiind că aceste elemente survin în urma activității fermenților, care accelerează și reglează procesul metabolismului în celule, să fie numite și „biocatalizatoare”. Alte denumiri cunoscute în literatură sînt: „microelemente” sau „microsubstanțe nutritive”.

Pentru a se face ordine în această multitudine de denumiri și pentru a ușura o înțelegere generală științifică, la se-

siunea despre microelemente, care a avut loc în luna august 1953, Asociația institutelor germane de încercări și cercetări agricole, grupa de specialitate pedologia și nutriția plantelor a recomandat ca pe viitor să se aplice pentru toate microelementele a căror necesitate vitală a fost clar dovedită și recunoscută, denumirea de „microsubstanțe nutritive“. Prin urmare „microelemente“ este o noțiune mai largă, „microsubstanțe nutritive“ una mai restrînsă și desemnează necesitatea lor vitală.

După Scharrer, între aceste două grupe mai există încă o grupă de elemente cu o poziție intermediară. În această grupă intră de exemplu, siliciul (Si), sodiul (Na) și clorul (Cl). Cu toate că aceste elemente se găsesc deseori în cantități relativ mari în plante, totuși nu pot fi trecute în grupa macrosubstanțelor nutritive. Făcînd abstracție de ultimele două elemente, considerate în ultima vreme ca microsubstanțe nutritive, ele tot nu pot fi denumite microelemente deoarece despre rolul lor în viața plantelor nu se cunosc pînă acum decît relativ puține amănunte.

Întrucît plantele nu dispun de o capacitate electivă calitativă, ci numai de una cantitativă, care după felul plantelor este mai mult sau mai puțin pronunțată, numărul elementelor găsite în cenușa plantelor se ridică, precum reiese din rezultatele ultimelor cercetări, la aproximativ 50—60. În prezent însă numai 15—17 elemente, incluzînd carbonul (C), oxigenul (O) și hidrogenul (H), sînt considerate ca fiind de primă necesitate pentru creșterea și dezvoltarea normală a plantelor; după Allen și Arnon, acestea trebuie să îndeplinească următoarele condiții premergătoare :

1. În absența elementului respectiv, o creștere normală a plantei să fie imposibilă.
2. Prin administrarea elementului respectiv simptomele lipsei trebuie să dispară.
3. Să nu existe posibilitatea de a se înlocui elementul respectiv printr-un altul.
4. Funcțiunea lui sau influența ce o are asupra metabolismului trebuie să fie cunoscută.

Deseori însă este foarte greu de a lua hotărîri, care să satisfacă toate aceste patru cerințe, avînd în vedere efectele reciproce complicate și adesea greu sesizabile ale fiecărui element în procesul fiziologic celular și la influențarea reciprocă a absorbirii lui din substratul nutritiv și a transmiterii lui la plantă.

Pe baza cercetărilor făcute pînă în prezent, sînt considerate ca fiind de primă necesitate în afară de cele cinci macrosubstanțe nutritive azotul (N), fosforul (P), potasiul (K), calciul (Ca) și magneziul (Mg) menționate mai sus, respectiv cele două microsubstanțe nutritive fierul (Fe) și sulful (S), socotite ca elemente „clasice” și următoarele elemente : manganul (Mn), borul (B), zincul (Zn), cuprul (Cu) și molibdenul (Mo), precum și sodiul (Na) și clorul (Cl).

În timp ce primele cinci microsubstanțe nutritive menționate au fost recunoscute ca indispensabile pentru plantă încă din anul 1922-1939 și respectiv 1942, sodiul (Na) și clorul (Cl) abia în ultima vreme au fost incluse în grupa microsubstanțelor nutritive. În ceea ce privește elementul sodiu, avem oarecare rezervă, deoarece deocamdată numai pentru unele plante, ca de exemplu, sfecla, țelina, morcovul și bumbacul, este considerat de a fi de necesitate vitală. Nu este exclus ca în viitor să se găsească și alte elemente care vor fi recunoscute ca fiind de primă necesitate pentru o creștere normală a plantelor. Aceasta va fi posibil cu ajutorul unor metode de cercetări mai perfecționate și cunoștințe mai precise despre procesul de nutriție al plantelor.

Este știut că numai printr-o hrănire armonioasă a plantelor cu toate elementele minerale esențiale se poate asigura o vegetație sănătoasă care să ducă implicit la obținerea de recolte bogate.

În general, este suficient să se aplice o cantitate de azot, acid fosforic, potasiu și dacă reacția solului o cere, a amendamentelor calcaroase, pentru a atinge țelul mai sus menționat, deoarece celelalte substanțe există de obicei în cantități suficiente în majoritatea solurilor. Pe unele terenuri însă, multe plante cultivate — cu toate că li se administrează substanțele nutritive esențiale susmenționate în cantități suficiente — manifestă totuși o atrofiere în creștere sau anumite simptome de carență, care sînt cauzate de absența uneia sau alteia dintre microsubstanțele nutritive. Acest lucru se întîmplă mai ales pe solurile ușoare, unde se face o agricultură intensivă.

Pentru a se dovedi însemnătatea mare ce o au astăzi microsubstanțele nutritive, se pot cita următoarele :

1. Aplicarea intensă a macrosubstanțelor nutritive atrage după sine aprovizionarea și cu microsubstanțe nutritive.

2. Din cauza întrebuintării pe scară largă a îngrășămintelor chimice de mare concentrație, ajung tot mai puține microsubstanțe nutritive ca „balast” în sol, spre deosebire de si-

tuația anterioară cînd salpetrul de Chile și sărurile brute de potasiu etc. se foloseau pentru îngrășarea solului.

3. Prin influența factorilor de mediu, precum și în urma unei puternice îngrășări unilaterale cu principalele substanțe nutritive, se poate ajunge ușor la o lipsă a uneia sau alteia din microsubstanțe. Este cunoscut faptul că în solurile ușoare se poate produce o lipsă de fier (Fe), mangan (Mn) sau bor (B) printr-o folosire puternică a amendamentelor calcaroase. Pe de altă parte o creștere a acidității solului poate provoca o lipsă de molibden (Mo) și respectiv prin intrarea în soluție a unor ioni toxici ai metalelor grele, o cloroză de fier (Fe).

4. Prin cercetările întreprinse în domeniul agrochimiei și a fitofiziologiei s-a reușit în ultima vreme a se recunoaște ca atare carențele de microsubstanțe nutritive.

Cînd este dificil să punem un diagnostic ne vine în ajutor unele simptome caracteristice ale plantelor, după care se poate deduce lipsa unor substanțe nutritive. De aceea, este de mare însemnătate chiar și pentru agricultorul practician să cunoască cele mai importante simptome privind lipsa de substanțe nutritive ale plantelor noastre cultivate, precum și condițiile de pe urma cărora survin aceste lipsuri.

AZOTUL (N)

Mai mult de 90% din solurile noastre duc lipsă de azot (N) și aproape fiecare agricultor cunoaște bine caracteristicile lipsei de azot la plante. Lipsa clorofilei, îngălbenirea și pieirea frunzelor mai bătrâne, o atrofie în creștere legată de o productivitate redusă, sînt simptomele caracteristice lipsei de azot. Este deci de prisos să mai intrăm în amănunte în această privință, deoarece fiecare agricultor știe cum și pe ce cale poate fi preîntîmpinată și respectiv înlăturată, lipsa de azot.

În orice caz trebuie menționat faptul că, în general, se obțin rezultate bune cînd se dau doze repetate de azot, decît prin administrarea deodată a unei cantități mari și că prin aplicarea tîrzie a unor doze suplimentare de azot (N) se reduce pericolul căderii la cereale și în afară de aceasta atît producția cît și calitatea pot fi influențate în mod pozitiv, mai cu seamă la grîu și la păioasele de nutreț.

Pe lîngă îngrășămintele azotoase cu efect rapid cum sînt : azotatul de calciu, azotatul de sodiu, azotatul de potasiu și salpetrul de Chile, care sînt întrebuițate de preferință ca îngrășăminte suplimentare spre a putea completa în scurt timp între altele și lipsa de azot (N), mai este cunoscut și sulfatul de amoniu cu un efect mai încet, dar prelungit. În afară de acestea se mai folosesc și îngrășăminte azotoase cu efect rapid și prelungit ca nitrocalcimoniul, azotatul sau sulfatul de amoniu. Un îngrășămint folosit îndeosebi la cultura sfeclei și concomitent la combaterea buruienilor este nitrocalcarul, care se potrivește mai ales pentru solurile mijlocii și semigrele; se administrează cu rezultate bune de către cultivatorii experimentați în cultura sfeclei de zahăr. Pe baza reacției ce se produce în sol, acest îngrășămint reprezintă o sursă încet curgătoare de azot. Pe lîngă uree, care se folosește în mod frecvent în horticultură, s-au găsit în ultima

vreme și alte îngrășăminte azotoase cu dizolvare înceată și cu efect prelungit, a căror rezultate favorabile sînt deja parțial cunoscute. Pe lângă acestea mai joacă un rol important și produsele de condensare și de polimerizare din uree și formaldehidă (cunoscute și sub denumirea „ureaform“).

În ultima vreme se folosesc în diferite țări cu rezultate bune și amoniacul lichid sau apa amoniacală 20%, respectiv apa amoniacală de 10% cu adaos de uree sau alte săruri de azot (cunoscute sub denumirea „amoniacale“). Prețul de cost al acestor îngrășăminte este mai scăzut decît a celor pe bază de săruri de azot pînă acum cunoscute; este necesar însă să se continue cercetările și verificările privind punerea la punct a laturii tehnice, cum sînt problemele transportării, ale recipientelor corespunzătoare pentru depozitare, ale agregatelor de distribuire rezistente la coroziune etc.

Trebuie să arătăm că bicarbonatul de amoniu (NH_4HCO_3), care se produce la un preț de cost mai redus decît sulfatul de amoniu și este folosit ca îngrășămînt cu azot în experiențele de îngrășare a solurilor cu slabă capacitate de absorbție, a avut un efect asemănător cu cel al sulfatului de amoniu, fără să provoace o creștere a acidității solurilor, deci trebuie și el supus unor continue încercări, înainte de a se trece la o aplicare generală practică a acestui îngrășămînt.

Ținînd seama de împrejurările și de randamentul ce vrea să-l obțină, agricultorul trebuie să decidă singur, de la caz la caz, care sînt îngrășămintele azotoase ce urmează să le aplice. Poate merită să mai fie menționat și faptul că diferite plante ca, de exemplu, cartofii și ovăzul suportă mai bine sulfatul de amoniu, care are un efect fiziologic acid și este mai ieftin, în timp ce alte plante, ca de exemplu sfecla, preferă azotul sub formă de salpetru. De asemenea merită să mai fie menționate și îngrășămintele complexe NPK, în alcătuirea cărora azotul intră în majoritatea cazurilor sub formă de amoniac și salpetru și care cîștigă din ce în ce mai mult teren, avînd în vedere că aplicarea lor este preferată din considerații legate de economia exploatării și a muncii.

FOSFORUL (P)

Spre deosebire de lipsa de azot, simptomele lipsei de fosfor (P) sînt mai puțin caracteristice și deseori nu se observă așa de ușor. În general, lipsa acidului fosforic se manifestă printr-o statură mai scundă a plantelor, au aspectul de „în-

tepenite", iar culoarea frunzelor este de un verde foarte închis. Deseori există o tendință pentru formarea unor locuri decolorate în roșu pînă în roșu-purpuriu mai cu seamă pe petiol. În afară de aceste simptome se mai observă și o mortificare parțială a țesuturilor frunzei, fructe atrofiate și prin căderea frunzelor.

Deoarece 40—50% din solurile noastre (N. R. din R. D. Germană) sînt extrem de sărace în acid fosforic și numai 30—40% sînt dotate cu o cantitate redusă de acid fosforic și ținînd seama că acidul fosforic poate fi fixat foarte intensiv în sol (în soluri acide legate de aluminiu și de fier, iar în soluri bogate în calciu ca fosfat de calciu greu solubil), respectiv că o migrație a acidului fosforic în pămînt, spre deosebire de azot, care are o mare mobilitate, nu prea are loc, trebuie să luăm în considerație unele principii importante pentru preîntîmpinarea lipsei de acid fosforic, dacă voim ca îngrășarea cu acid fosforic a plantelor noastre cultivate să aibă succes. În primul rînd trebuie să punem la punct valoarea pH-ului adică reacția solului; aceasta trebuie să fie cuprinsă între 6—6,5

Întrucît în anumite împrejurări prin ajungerea îngrășămintelor fosfatice în straturile mai adînci ale solului, adică în zona extinderii maxime a rădăcinilor, randamentul acidului fosforic poate fi majorat considerabil, *îngrășămintele conținînd acid fosforic vor trebui în principiu îngropate cu plugul sub brazdă și nu încorporate superficial în pămînt prin grăpare.*

Un alt punct de vedere, care trebuie accentuat cu deosebită insistență, este acela de a se aplica doze sub cele recomandate. Dacă dintr-o cauză oarecare nu avem la dispoziție o cantitate suficientă de îngrășăminte cu acid fosforic, atunci vom aplica numai pe o parte din suprafața planificată (chiar și pe solurile în care rezervele de acid fosforic din sol sînt oarecum satisfăcătoare), respectîndu-se doza de 200 pînă la 600 kg la ha, iar restul tarlalelor vor primi aceste îngrășăminte în cursul anului viitor. Firește că în cazul cînd se iau unele măsuri speciale pentru aplicarea îngrășămintelor [granularea superfosfatului, îngrășarea în rînduri lîngă sau sub rîndurile semănate respectiv plantate și chiar la îngrășarea în straturi (încorporarea cu plugul a îngrășămintelor)], cantitățile indicate pot fi reduse cu 100—200 kg la ha.

Acidul fosforic nu este numai un îngrășămint al plantelor, ci este și un îngrășămint al solului. Face deci parte din cele mai importante condiții premergătoare ale fertilității so-

lului creînd un conținut îndestulător de calciu al pămîntului și existența unei rezerve suficiente de acid fosforic în sol. Avînd în vedere că din această cauză sărăcirea în fosfați a solurilor noastre ar aduce la o considerabilă micșorare a productivității pămîntului și în legătură cu aceasta s-ar produce pe lîngă o intensificare a înrăutățirii structurale și unele fenomene de descompunere ale solului, precum și micro— și macroeroziunile etc., aplicarea îngrășămintelor cu acid fosforic sub nivelul dozelor de 200 pînă la 600 kg la ha trebuie considerată numai ca o măsură tranzitorie. Prin urmare fiecare agricultor conștient de răspunderea sa trebuie să se străduiască *de a aproviziona cu acid fosforic în cantități suficiente nu numai plantele, ci chiar și solul.*

Cele mai cunoscute îngrășăminte cu conținut de acid fosforic sînt : superfosfatul cu circa 19% P_2O_5 ($=8,4\%$ P), acidul fosforic solubil în apă și fosfatul lui Thomas cu circa 15% P_2O_5 ($=6,6\%$ P), acid fosforic solubil în acid citric. Pe lîngă acestea mai există diferiți termofosfați și fosfați calcinați ca de exemplu : fosfatul de Rhenania, fosfatul de magneziu, fosfatul alcalin concreționat etc., la care solubilitatea acidului fosforic ocupă o poziție intermediară între cei doi fosfați menționați mai înainte. În privința eficacității termofosfaților și a fosfaților calcinați trebuie subliniat faptul că aceștia trebuie să fie măcinați în prealabil destul de mărunt, mergînd pe cît este posibil sub un diametru de 0,5 pînă la 1 mm.

Superfosfatul reprezintă un îngrășămint cu acid fosforic cu efect relativ rapid, care se aplică de preferință pe solurile neutre pînă la alcaline, deoarece conținutul lui în acid fosforic solubil în apă se fixează destul de repede în solurile sărace în acid fosforic, în schimb fosfatul Thomas este folosit mai mult pe solurile acide mergînd pînă la cele cu o slabă aciditate. Chiar dacă plantele nu folosesc tot așa de repede acidul fosforic din fosfatul Thomas ca acidul fosforic din superfosfat, în linii mari nu există deosebiri prea însemnate între efectele fertilizante ale acestor două îngrășăminte. Între timp s-a și constatat, că efectul fertilizant al acidului fosforic din îngrășăminte nu depinde atît de mult de gradul solubilității lui, ci într-o măsură mult mai mare de starea de fertilitate a solului, de activitatea lui biologică și de capacitatea plantelor de a dezagrega și de a asimila îngrășămintele. Fosfatul lui Thomas este totuși mai important din cauza conținutului lui în calciu cu efect bazic și de microsubstanțele nutritive, din care cauză aplicarea lui poate fi recomandată cu insistență.

În ultima vreme se atribuie și fosfaților dicalcici ca și îngrășămintelor cu acid fosforic o mai mare însemnătate mai cu seamă că ei reprezintă adesea o formă preponderentă a acidului fosforic conținut în îngrășămintele comple NPK, pe care le-am menționat mai înainte. Rezultă din numeroase cercetări că, fosfații dicalcici își pierd eficacitatea lor fertilizantă pe măsura creșterii granulației lor, și cum îngrășămintele complexe se produc în formă granulată, urmează ca, pe cât posibil, mărimea granulelor să nu depășească 2 mm. Totuși în anumite limite mărimea granulelor este de importanță secundară, dacă solul dispune de o rezervă îndestulătoare de acid fosforic și dacă îngrășămintele se administrează în doze suficiente. De aceea s-a ajuns la concluzia că o mărime între 2 și 4 mm pentru circa 90% a granulelor reprezintă soluția cea mai bună.

Pe lângă superfosfații dubli și tripli cu un conținut ridicat de acid fosforic, care se aplică în unele țări, se mai folosesc cu succes pe solurile active și bogate în humus, fosfați bruți, măcinați extrem de fin.

POTASIUL (K)

Lipsa de potasiu, care este cel de al treilea element de importanță capitală pentru viața plantelor, se observă mai întâi printr-o îngălbenire a frunzelor mai bătrâne. Pe vîrfurile și marginile frunzelor apar pete galbene care se întind treptat și care ulterior formează o zonă mortificată atît pe vîrfurile cît și pe marginile frunzelor. La o carență mai pronunțată, creșterea este împiedicată și planta se usucă. Tulpinile sînt subțiri și slabe, vîntul le frînge cu ușurință din cauza stabilității lor reduse.

Simptomele lipsei de potasiu se ivesc nu numai la solurile cu un conținut redus de potasiu, ci și la solurile grele, de argilă și de lut, cu un conținut ridicat de illit și montmorillonit la care, în anii de secetă apare o carență de potasiu chiar și în cazul cînd la analiza solului s-a găsit un conținut îndestulător de potasiu. Cum în anii ploioși aceste soluri pun la dispoziția plantelor o cantitate suficientă de potasiu, în astfel de cazuri se spune că solul are o capacitate ridicată de fixare, respectiv de readucere în circuit a potasiului. Va fi un fel de asigurare, dacă vom proceda la îngrășarea cu potasiu în cantități suficiente a solurilor de această natură, chiar și în cazul cînd analiza solului va arăta valori ridicate de potasiu, deoarece nu se poate face pronostic ce fel de vreme va fi.

Pe de altă parte o administrare în cantități mari de îngrășăminte cu azot și amendamente calcaroase impune și necesitatea aplicării unor doze mai mari de potasiu spre a preveni apariția simptomelor lipsei de potasiu.

Încheind, mai trebuie să menționăm că, pentru culturile de cartofi, tutun și in, pe cât este posibil, nu se vor întrebuința îngrășămintele potasice care conțin clor, ci numai acelea în compoziția cărora intră sulfați [sulfat de potasiu, „Patentkali“ (sulfat de potasiu și de magneziu), sau „Reformkali“].

Dintre îngrășămintele potasice menționate mai sus, un rol important îl mai are și potasiul de 40% ($40\% \text{ K}_2\text{O} = 33\% \text{ K}$), iar în ultimul timp și sărurile de potasiu cu 50% respectiv 60% K_2O ($= 42\%$ respectiv $50\% \text{ K}$). Kainita, care mai înainte a cunoscut o largă răspândire și a fost folosită în stare de pulbere fină, pentru combaterea buruienilor, în prezent nu se mai folosește pe scară întinsă din cauza conținutului redus de potasiu și mult sodiu.

La fel ca azotul și acidul fosforic, potasiul găsește întrebuințare într-o măsură mai mare sub formă de îngrășăminte complexe NPK sau îngrășăminte cu substanțe nutritive multiple, care conțin potasiu fie sub formă de clorură, fie sub formă de sulfat.

CALCIUL (Ca)

Lipsa de calciu provoacă la început o deformare a tinerelor frunze și apoi o vizibilă și rapidă mortificare a punctelor de creștere atât la rădăcini cât și la lăstari.

În mod normal este puțin probabil, sau se întâmplă extrem de rar, ca o lipsă pronunțată de calciu să se producă la plantele noastre de cultură, deoarece chiar și în solurile acide se mai găsesc încă suficienți ioni de calciu spre a asigura o vegetație normală a plantelor. Simptomele de boală sau de carență la plantele cultivate pe soluri acide, care se manifestă printr-o slabă vegetație sau imposibilitatea diferitelor plante cultivate de a se dezvolta pe aceste soluri nu se bazează atât de mult pe lipsa calciului cât pe alți factori, care prin lipsa calciului din sol ajung să acționeze negativ asupra plantelor. Așa, de exemplu, în solurile acide, ionii de aluminiu și al altor metale grele devin liberi, iar absorbția lor de către plante poate să ducă la cloroza de fier sau la alte fenomene de intoxicare. În afară de aceasta, creșterea acidi-

tății solului are drept consecință distrugerea mineralelor de argilă și o înrăutățire structurală a solului, iar în legătură cu aceasta apar compactări și înămoliri de pământ, care nu numai că dăunează creșterii rădăcinilor plantei, ci influențează la fel și creșterea lăstarilor (de exemplu îngălbenirea semănăturilor tinere pe terenuri înămolite). În alte cazuri cum ar fi căderea unor cantități mari de precipitații atmosferice există în sfârșit și pericolul formării podzolurilor, mai cu seamă în cazul solurilor de sub pădurile de conifere. Aceste simptome se numesc în general „degradări provocate de acizi“.

În solurile acide mai este împiedicată și viața bacteriană și o dată cu ea și mineralizarea substanțelor organice legate (în primul rând a azotului). Acidul fosforic fixându-se (vezi mai sus), iar bazele fiind eliminate ușor prin spălare, se poate produce și o lipsă de substanțe nutritive principale cum sînt potasiul și magneziul.

Pe de altă parte dacă pe solurile cu un conținut ridicat în magneziu se ivește lipsa de calciu, plantele pot absorbi o cantitate neobișnuit de mare de magneziu, ceea ce are un efect toxic.

În această situație intervenim prin măsuri agrotehnice, aplicînd amendamente calcaroase. Un conținut echilibrat de calciu reprezintă de altfel o condiție premergătoare și esențială pentru menținerea fertilității solului și a productivității terenurilor cultivate. Administrarea amendamentelor calcaroase pe solurile cu valori ale pH reduse va fi cu atît mai necesară, cu cît solul este mai greu. Pe solurile ușoare, cu valori ale pH relativ reduse, se vor obține producții multumitoare și fără amendamentarea lor cu calciu, dacă vor primi doze suficiente din celelalte substanțe nutritive. O amendamentare prea puternică cu calciu a solurilor ușoare, poate duce la apariția carenței de mangan (Mn) și bor (B).

Ca amendamente calcaroase se folosesc fie varul stins (CaO), fie carbonatul de calciu (CaCO_3) sau așa-zisele amendamente calcaroase mixte. În cazul solurilor ușoare se recomandă aplicarea carbonatului de calciu. Pentru ca solurile să devină în același timp ceva mai legate și să aibă o mai mare capacitate de absorbție este de preferat totuși o amendamentare cu marnă.

În ceea ce privește mărimea dozelor de calciu, ea nu trebuie să depășească următoarele cantități: pentru solurile grele o doză de cel mult 1 500—3 000 kg la ha var stins, respectiv 2 500—4 000 kg la ha carbonat de calciu, iar pentru

solurile ușoare cel mult 1 500—3 000 kg la ha carbonat de calciu. Dacă aceste doze se vor dovedi ca insuficiente, amendamentarea calcaroasă va fi repetată și în anii următori, prin administrarea unor doze parțiale corespunzătoare, pînă ce se obține reacția dorită.

În Uniunea Sovietică și în alte state există soluri foarte acide cu un conținut extrem de ridicat în argilă (40—60%), unde — potrivit cercetărilor oamenilor de știință sovietici — o cantitate de 12 000—16 000 kg la ha carbonat de calciu, administrată într-o singură doză, a dat rezultate foarte bune.

Pe terenurile mlăștinoase se vor aplica amendamente pe bază de calciu în mod limitat, în așa fel încît valoarea pH-ului să nu depășească cifra 4, în care situație s-ar produce dezagregarea rapidă a materiei organice.

MAGNEZIUL (Mg)

Fenomenele datorate carenței de magneziu au apărut acolo unde spre a realiza economii la cheltuielile de transport, s-au folosit ca îngrășăminte săruri sărace în magneziu, dar cu un conținut ridicat în potasiu.

Wallace a descris pentru prima dată, în anul 1925 simptomele lipsei de magneziu la merii cultivați în vase. Dar abia pe la sfîrșitul anului 1930 s-au observat simptomele carenței de magneziu (Mg) în livezile de pomi fructiferi din diverse țări. Cultivatorii din Olanda se preocupă cu apariția și cu problemele carenței de magneziu mai cu seamă în domeniul pomiculturii cam din anul 1936 și cu deosebită intensitate din anul 1945. În livezile de pomi fructiferi din R. D. Germană pagubele cauzate de lipsa de magneziu s-au făcut simțite într-o măsură mai mare abia în anul 1950.

În R. D. Germană degradările cauzate de carența de magneziu (Mg) s-au observat în cursul anilor trecuți, într-o măsură crescîndă la culturile de viță de vie, de sfeclă de zahăr și de cartofi. Din anul 1954 magneziul este considerat pe lîngă azot (N), fosfor (P), potasiu (K) și calciu (Ca) cel de al cincilea element important în nutriția plantei.

Simptomele carenței de magneziu (Mg) se aseamănă oarecum cu cele ale lipsei de potasiu, în primul rînd la frunzele mai bătrîne. Carența de potasiu apare în general întîi la vîrfurile și la marginile frunzelor (la unele plante se ivește mai întîi la baza frunzei), iar în cazul lipsei de magneziu

(Mg) acest fenomen se observă la partea mediană a frunzei între nervurile ei; apar pete clorotice de un verde-deschis și se vorbește la cereale de o așa-zisă „tigrare a frunzelor“. Dacă privim o astfel de frunză prin transparență vom observa o distribuire a clorofilei asemănătoare cu „norii“. Tigrarea la porumb bate uneori în roșu până în purpuriu. O dată cu intensificarea caranței petele clorotice se „contopesc“ și deseori se întâmplă ca frunzele întregi sau marginile lor să se răsucescă, făcându-se sul.

La pomii fructiferi, mai cu seamă la meri, simptomele carenței de magneziu (Mg) apar pe frunzele mai bătrâne ale lăstarilor alungiți (în cazuri mai grave și pe acele ale lăstarilor scurți) sub forma așa-ziselor necroze intercostale. După soiul pomilor, necrozele apar mai mult în apropierea nervurii mediane sau mai mult spre marginea frunzelor. Adesea se produce o răsucire și apoi căderea frunzelor; aceste fenomene se observă mai întâi la bază și apoi pe toată frunza. În cazul carențelor accentuate, primele simptome vor fi observate abia pe la sfârșitul lunii iunie, iar până în luna august lăstarii pot fi complet dezgoliți, cu excepția câtorva frunze rămase în vârful pomilor. Se vorbește atunci de o așa-zisă „boală de pensulă“ a pomilor fructiferi. Fructele rămân mici, se coc târziu și sînt de proastă calitate.

Pe solurile ușoare și mai acide cu o capacitate redusă de absorbție, plantele manifestă mai des simptomele lipsei de magneziu (Mg) decît plantele de pe solurile mijlocii și grele. Pentru apariția fenomenelor de carență ale magneziului (Mg) nu este decisiv conținutul absolut în magneziu (Mg) al solului, ci forma în care magneziul (Mg) se găsește în pămînt, adică fie în forma de cation absorbit, fie ca un component-grilă greu de valorificat, constituit din cele mai diferite minerale. În afară de aceasta apariția simptomelor lipsei de magneziu (Mg) mai depinde și de o serie de alți factori, care influențează atît disponibilitatea cît și absorbția magneziului. În linii generale s-a stabilit următoarea regulă: „Cu cît solul este mai ușor și are o valoare mică a pH-ului, cu atît va fi mai proastă aprovizionarea lui cu magneziu (Mg)“.

Așa, de exemplu, apariția simptomelor carenței de magneziu (Mg) este influențată într-o măsură considerabilă prin conținutul de calciu (Ca) și de potasiu (K) al solului, respectiv de îngrășarea lui cu substanțe nutritive care conțin aceste elemente (antagonismul ionilor).

Și între magneziu (Mg) și mangan (Mn) există o corelație. Dungile brune de pe tulpini, petele închise de pe frunze,

descompunerea țesutului și căderea timpurie a frunzelor la cartofi este o consecință a lipsei de magneziu (Mg) cât și a excesului de mangan (Mn). Acest lucru este ușor de înțeles dacă luăm în considerație, că lipsa de magneziu (Mg) apare deseori pe solurile acide, care conțin uneori mult mangan (Mn). În asemenea cazuri, administrarea amendamentelor calcareoase poate avea efect pozitiv, fără să majoreze conținutul în magneziu (Mg) al solului.

Azotul administrat sub forma de nitrați are de asemenea efect bun asupra aprovizionării plantelor cu magneziu (Mg) deoarece favorizează absorbția magneziului (Mg), în schimb azotul administrat sub forma de amoniac accentuează lipsa magneziului (Mg).

Sodiul (Na) în prezența potasiului (K) dar mai ales când se găsește în exces (ca de exemplu pe suprafețe irigate), provoacă o carență de magneziu, deoarece împiedică absorbția lui. Chiar și în anii cu cantități mari de precipitații atmosferice căzute în timpul verii, fenomenele datorate carenței de magneziu (Mg) apar la pomii fructiferi în număr mai mare și se manifestă mai puternic.

Întrucât în cazul lipsei nu prea pronunțate de magneziu (Mg) paiele și frunzele aduc adesea o producție cantitativ egală cu aceea provenită în urma aplicării îngrășămintelor de magneziu (Mg) de exemplu la sfeclă în cazul unei ușoare carențe de magneziu (Mg), în urma administrării îngrășămintelor de magneziu (Mg) producția sporește puțin, vom fi de multe ori înclinați să nu acordăm cuvenita atenție îngrășării suplimentare cu magneziu, care totuși este necesară. Paguba o vom cunoaște abia atunci, când va fi prea târziu. La cereale lipsa de magneziu face să se înregistreze o producție scăzută. La pomii fructiferi fenomenele carenței de magneziu (Mg) apar pe frunzele ramurilor roditoare și mai puțin sau de loc pe ramurile neroditoare, deoarece cantitățile însemnate de magneziu sînt absorbite pentru formarea semințelor.

Dacă plantele cerealiere manifestă o ușoară lipsă de magneziu (Mg), aceasta poate fi eliminată adesea prin folosirea îngrășămintelor azotoase o dată cu îngrășarea suplimentară a acestor culturi. Neproducîndu-se îmbunătățirea așteptată sau dacă carența este mai pronunțată, se va administra, fie circa 50 kg oxid de magneziu (MgO), fie 200—300 kg sulfat de magneziu ($MgSO_4 \cdot 7 H_2O$) la hectar (chiar și la alte culturi).

Cel mai indicat este totuși stropirea culturilor cu sulfat de magneziu. Și în pomicultură stropirea cu o soluție de

sulfat de magneziu de 20% constituie cel mai bun mijloc pentru o combatere în termen scurt. Dacă intensitatea carenței crește se va mai stropi, după căderea petalelor la interval de 10—14 zile, de 2—5 ori cu sulfat de magneziu. În continuare se vor administra îngrășăminte potasice cu conținut de magneziu (sulfat de potasiu și de magneziu sau „Patentkali“; de asemenea sărurile potasice cu conținut de magneziu ca „Emgekali“ și „Reformkali“), au dat rezultate bune. În sfârșit se poate folosi și Kieserita sau azotatul de magneziu. Corectarea solurilor acide, sărace în calciu (Ca) și în magneziu (Mg) se face cel mai bine cu amendamente calcaroase mixte cu un procentaj ridicat de magneziu sau cu amestec din var ars și magneziu, respectiv din magneziu și marnă. De asemenea prin aplicarea repetată a fosfatului lui Thomas solul primește o oarecare cantitate de magneziu.

FIERUL (Fe)

Așa cum am mai spus fierul este socotit între elementele „clasice“ ale nutriției plantelor. Faptul că este indispensabil ca element în nutriția plantelor a fost recunoscut încă din 1844. Cu toate că fierul nu participă la formarea clorofilei, totuși prezența lui trebuie să fie considerată ca indispensabilă pentru sinteza clorofilei, fiind un catalizator-redox. În afară de aceasta mai este un component al diferiților fermenți ca de exemplu, al unor fermenți de respirație.

Simptomele caracteristice ale lipsei fierului se recunosc prin îngălbenirea celor mai tinere frunze (culoare galbenă ca lămiia). Această îngălbenire, la așa-zisă cloroză de fier, se manifestă brusc, deoarece fierul din frunzele mai bătrâne ale plantei, spre deosebire de celelalte elemente nutritive, ca de exemplu, azotul (N) sau potasiul (K), nu poate fi mobilizat și transportat spre organele mai tinere ale plantei. La cloroza cauzată de lipsa fierului, suprafețele dintre nervurile frunzei se îngălbenesc, și devin aproape albe în cazul unei carențe accentuate, iar nervurile păstrează o culoare verde-închis, care uneori este de un verde-intens. Frunzele clorotice nu pier deodată, cum se întâmplă la clorozele cauzate de lipsa altor elemente. Dimpotrivă, ele se păstrează aproape pe toată durata perioadei de vegetație pe ramurile tinere sau, în timp ce pe aceleași ramuri frunzele mai bătrâne rămân verzi, de o culoare mai mult sau mai puțin intensă. Numai la o foarte pronunțată carență a fierului (Fe) se produce în cele din urmă pieirea frunzelor.

Este stabilit cu precizie că lipsa fierului (Fe) din sol declanșează fenomenul de cloroză. Cele mai multe din solurile noastre conțin însă fier în cantități suficiente, dar nu întotdeauna în forme ușor accesibile pentru plantă. Deci pentru aprovizionarea plantelor nu este hotărîtor conținutul în fier (Fe) al solului, ci cantitatea de ioni de fier (Fe), de care se pot dispune plantele. Dar, se întîmplă uneori, cu toate că plantele au la dispoziție cantități suficiente de ioni asimilați, să apară simptomele lipsei de fier. În orice caz ele sînt specifice și se bazează pe o nefolosire fiziologică a fierului.

Așa, de exemplu, din cauza administrării unor doze ridicate ale amendamentelor calcaroase, fierul poate să treacă într-o formă insolubilă, pe care plantele nu o pot absorbi. Aplicarea unor doze mari de acid fosforic mai poate duce la formarea în rădăcini a unor fosfați de fier insolubili, micșorînd astfel posibilitățile de transmitere ale fierului în restul plantei. Valorile reduse ale pH-ului și concentrațiile slabe de acid fosforic favorizează absorbirea fierului și transmiterea lui.

Cloroza de fier poate să se ivească și pe solurile cu o aciditate pronunțată, deoarece pe acestea, atît absorbirea cît și disponibilitatea fiziologică a fierului, sînt dezavantajos influențate prin intrarea în soluția mai sus menționată a ionilor metalelor grele.

Absorbirea fierului poate să fie îngreuiată și de pe urma concentrațiilor ridicate de acid carbonic ce se formează pe solurile înămolite, pe cele care formează ușor crustă sau pe terenurile care suferă din cauza lăcoviștirii. La absorbirea fierului, un rol important revine mai cu seamă ionului de bicarbonat (HCO_3^-), deoarece și așa-zisa „cloroză de calciu“ (de exemplu la lupin) care trebuie atribuită de asemenea lipsei de fier (Fe), potrivit unor constatări mai recente, nu este condiționată de un conținut ridicat de ioni de calciu al solurilor calcaroase, ci de un conținut bogat în ioni de bicarbonat al acestora. De aceea apar pe asemenea terenuri într-o formă mai accentuată în anii cu precipitații bogate, respectiv în cazul înămolirii solului, cunoscutele fenomene clorotice, cînd din cauza condițiilor anaerobe se formează o cantitate sporită de bicarbonat.

Trebuie să menționăm și faptul că apariția simptomelor privind lipsa de fier (Fe) este deseori specifică solului, adică în condiții identice de mediu și de vegetație unde soiuri ale aceleiași specii de plante manifestă fenomene al carenței de fier (Fe), pe cîtă vreme alte soiuri cresc normal sau prezintă numai simptome slabe de carență.

Până în ultima vreme, preîntîmpinarea lipsei de fier la culturile de cîmp și în livezile de pomi fructiferi a fost întotdeauna legată de anumite dificultăți. Stropirile cu soluții obișnuite de sulfat de fier pînă acum nu au dat în fiecare caz, sau numai rareori, rezultatele dorite. Pentru motivele mai sus arătate nici îngrășarea cu săruri de fier nu a dat decît în puține cazuri rezultate satisfăcătoare. În ultimii ani aceste dificultăți au putut fi evitate, în cazul apariției lipsei de fier, prin stropirea culturilor cu combinații organice complexe de fier (de exemplu cu Fe—EDTA— sarea de fier a etildiaminei cu tetra-acid acetic).

Aplicarea acestui tratament a dat în marea majoritate a cazurilor rezultate pozitive. De exemplu, prin aplicarea de numai 6 g Fe-EDTA la pom s-a putut elimina carența de fier (Fe).

Concentrația soluțiilor de stropire ale combinațiilor organice complexe de fier variază între 0,1 și 0,4%. Piersicii, cireșii, prunii, perii și trandafirii se vor stropi cu concentrații mai slabe. Pentru efectuarea stropirilor timpul cel mai favorabil este în lunile mai—iunie; se va stropi de 2-3 ori la intervale de 6—10 zile. Cea mai mare parte a combinațiilor organice complexe de fier pot fi stropite împreună cu majoritatea produselor pentru protecția plantelor care nu conțin calciu sau metale grele, deci cu preparatele E, Lindan, DDT și cu sulf coloidal. Se vor evita amestecurile cu produsele destinate protecției plantelor, care conțin calciu, cupru, zinc, plumb și mercur sau alte metale.

SULFUL (S)

În condiții normale lipsa de sulf nu se manifestă la plante, fiindcă de obicei se găsesc suficienți ioni de sulfat (SO_4^-) în sol ce pot fi absorbiți de plante. În afară de aceasta cantități îndestulătoare de sulfat mai ajung în pămînt prin precipitațiile atmosferice mai cu seamă în regiunile industriale.

Deseori rolul ce îi revine îngrășării cu sulf în unele țări ca de exemplu în Noua Zeelandă, în diferite regiuni ale Uniunii Sovietice și ale S.U.A. nu este lipsit de însemnătate mai ales în cultura leguminoaselor. Uneori este suficientă aplicarea unei doze de ipsos, pentru a elimina carența de sulf (S). Chiar și prin administrarea sulfatului de amoniu într-o doză mai mare, putem avea succes.

Simptomele carenței acestui element pot fi observate cu ușurință la culturile în soluții nutritive: îngălbenirea celor mai tinere frunze inclusiv nervurile. La o lipsă mai accentuată și frunzele mai bătrâne devin de un verde-spălăcit.

BORUL (B)

Cea mai cunoscută îmbolnăvire provocată de carența de bor este putregaiul uscat al inimii sfeclei care poate fi observat mai frecvent pe solurile calcaroase sau pe acelea cărora li s-au administrat cantități mari de amendamente calcaroase. Cele mai tinere frunze ale sfeclei se vestejesc, se înnegresc, în cel din urmă se usucă și pier. După brunificare și înnegrire piere de asemenea și coletul. Deseori se întâmplă ca planta să regenereze noi frunze. Carența de bor se accentuează prin secetă și în cazul solurilor podzolice sărace în substanțe nutritive.

Carența de bor (B), se manifestă și la celelalte plante cultivate printr-o mortificare a punctelor de vegetație la lăstari și la rădăcini. Lipsa de bor (B) se observă mai întâi la rădăcini și apoi la lăstari. Creșterea în lungime a rădăcinilor este împiedicată. Acestea rămân scurte, capătă aspectul de ciufulite, iar virfurile lor se colorează în brun. După Baumeister carența de bor (B) provoacă o tulburare a procesului de diferențiere și o mărire precum și o mortificare a celulelor. Întrucît, potrivit comunicărilor lui Kelly și G a u c h, borul (B) favorizează transportarea hidraților de carbon, se presupune că ionii boraților formează cu grupele de hidroxili ale zahărului complexe ionizabile, care sînt mai ușor permeabile decît moleculele de zahăr neionizate.

Dar borul (B) nu este de importanță numai pentru metabolismul hidraților de carbon al plantelor, ci are și un rol specific în legătură cu procesul de vegetație al celulelor. Astfel prezența borului (B) exercită între altele o influență pozitivă asupra dezvoltării florilor și asupra numărului lor, favorizează creșterea gameților, sporind astfel producția de semințe a plantelor. După J a c o b borul (B) împiedică la gulii și la broajbe vitrificarea, la mere și la pătlăgele roșii formarea incluziunilor asemănătoare plutei, la țelină ivirea locurilor brune în rădăcină și la conopidă brunificarea căpăținii.

Conținutul în bor (B) al plantelor este foarte variat. În timp ce T u c k e r consideră că un conținut, la trifoiul

roșu, mai mic de 28 pînă la 30 p.p.m. în materia uscată este un indiciu de carență de bor (B), BRANDENBURG consideră ca frunze bolnave de sfeclă acelea care conțin pînă 93 p.p.m. bor (B) și sănătoase cele 200 p.p.m.

După același autor lipsa de bor la sfecla de zahăr se poate corecta prin îngrășare cu 20 kg acid boric la hectar. Un efect mai bun ar avea o îngrășare cu superfosfat de bor. După Scharrer producția de frunze ar fi sporită în felul acesta de trei ori și aceea de rădăcini de zece ori față de sporul obținut prin aplicarea unei doze normale de superfosfat. Și prin aplicarea boraxului (borat de sodiu) singur se obțin rezultate pozitive în ceea ce privește înlăturarea carenței de bor dar nu tocmai mulțumitoare în ceea ce privește producția.

Și producțiile loturilor semincere de trifoi, lucernă și sfeclă cultivate pe soluri pronunțate calcaroase pot fi considerabil îmbunătățite printr-o îngrășare cu bor. Astfel după Malin, printr-o îngrășare cu 6—9 kg acid boric la hectar s-a putut spori producția de semințe de trifoi cu 100 kg la ha, la sfecla furajeră cu 400—700 kg și la sfecla de zahăr cu 200—300 kg. După Schkolnik, în lucernierele situate pe solurile podzolice îmbunătățite prin amendamente calcaroase, s-a putut obține, printr-o îngrășare cu bor, sporirea producției de semințe de la 80 la 470 kg la hectar. În ultimii ani lipsa de bor a fost constatată aproape în toate regiunile viticole germane. În cazul unei carențe accentuate, corectările respective s-au efectuat prin administrarea unei doze unice de 200 kg borax la hectar. Întrucît mai toate viile pe rod duc lipsă de bor, chiar după aceasta nu se exteriorizează prin simptome vizibile, se recomandă de a se aplica la intervale de circa 2 la 3 ani, cîte 20—30 kg borax la hectar sau ceea ce este și mai avantajos, de a administra îngrășăminte cu un conținut de bor cum este superfosfatul de bor. Trebuie să fim foarte atenți și să nu cădem în cealaltă extremă, adică să nu facem îngrășări intensive cu borax, sau de a aplica o doză unică prea mare de borax ca îngrășămint (peste 200 kg la hectar) deoarece prin asemenea măsuri, după cum s-a constatat în diferite locuri, pot fi provocate grave degradări. Dacă s-a produs un asemenea caz, putem înlătura treptat degradările prin administrarea unor doze mai mari de îngrășămint complexe și mai cu seamă prin aplicarea unor doze mari de azot (N) (75—100 kg la hectar) sub formă de nitrocalcamoniu.

La bor este foarte caracteristic decalajul relativ mic care există între lipsă și exces. Și L ü d e c k e subliniază că acolo unde în cadrul asolamentului, ani de-a rîndul, au fost aplicate îngrășăminte cu bor, deseori s-a observat scăderi de producție la sfeclă și fenomene nemijlocite de intoxicare. Pe lângă aceasta, intoxicarea cu bor seamănă în starea ei incipientă foarte mult cu putregaiul uscat al inimii de sfeclă. De aceea, după părerea lui ar trebui să fie îngrășate cu borax sau cu superfosfat de bor numai acele culturi care sînt cultivate în cadrul asolamentului pe soluri cu carență de bor și duc lipsă în mod vădit de bor (B) cum sînt de exemplu: sfecla, lucerna, tutunul și pătlăgelele roșii. În pomicultură Brandenburg recomandă, de exemplu la mere, administrarea boraxului în doze de 50—100 kg la hectar sau 50—300 g pentru fiecare pom, iar la cultura hameiului, unde lipsa de bor (B) se manifestă printr-o stagnare a vegetației și o deformare a frunzelor, A S C K E W recomandă aplicarea boraxului în doze de 14 g pentru fiecare tufă.

CUPRUL (Cu)

Așa-zisa boală a turbăriei sau boala petelor albe a cerealelor, a fost determinată în anul 1931 drept lipsă de cupru (Cu). Frunzele tinere se veștejesc începînd de la vîrf, se decolorează mai totdeauna fără să dea simptome de cloroză. Ramurile sau tulpinile sînt îndoite, iar spicul sau paniculul nu iese din teaca (vaginul) frunzei sau cînd se întîmplă acest fenomen, organul respectiv este atrofiat. Părțile verzi, tinere ale plantelor pier, iar la cereale majoritatea boabelor sînt seci. În cazul lipsei de cupru chiar și la o bună aprovizionare cu apă, plantele iau o înfățișare veștejită. Grîul, orzul, ovăzul, meiul și cînepa reacționează foarte puternic în cazul carenței de cupru (Cu), deoarece aceste plante, după J a c o b, au o capacitate de asimilare mai redusă față de acest element decît cartofii și secara, care sînt plante mai puțin receptive. După R a d e m a c h e r sensibilitatea plantelor față de carența de cupru (Cu) poate fi caracterizată în felul următor:

Sensibilitate redusă:

secara, cartofii, mazăricea păroasă, seradela, trifoiul alb, ghizdeiul, hrana vacii, hrișca.

Sensibilitate redusă:

ovăzul negru al turbăriilor, orzul de primăvară cu patru rînduri, sfecla, gulia, sfecla de apă, mazărea furajeră de primăvară, morcovul, bobul, lupinul, trifoiul roșu.

Sensibilitate mare :

ovăzul alb și galben, orzul de toamnă și de primăvară, grâul.

Cu toate că cuprul este necesar pentru activizarea multor fermenți din plantă, cum este cel al catalizei, oxidazei de citocrom și de fenol și a altora, contribuie ca regulator la formarea clorofilei, influențând favorabil chiar alimentarea cu apă a plantelor, totuși la o vegetație sănătoasă cantitățile de cupru extrase de plante din sol sînt minimale. De exemplu, potrivit celor arătate de J A C O B, la o recoltă de 6000 kg ovăz la hectar, cuprinzînd paie și boabele, nu se scot din pămînt decît circa 30 pînă la 50 g cupru (Cu), în timp ce prin încorporarea în sol a unei cantități de 20 000 kg de gunoi de grajd pe hectar, pămîntul primește circa 20 g cupru. De aceea în condiții normale agrotehnice nu prea se poate conta că, plantele vor avea de suferit de pe urma unei carențe de cupru.

Pe solurile calcaroase, respectiv puternic amendamentate cu materii calcaroase, cuprul devine indispensabil pentru plante din cauza fixării sale în pămînt. Pe de altă parte carența de cupru există de asemenea în solurile acide cu un conținut ridicat în materii organice (la turbării), deoarece în astfel de locuri cuprul este fixat și nu poate fi mobilizat din cauza inexistenței activității bacteriene. La aceasta se mai adaugă și faptul că absorbirea cuprului (Cu) de către plante este împiedicată și de alți ioni excedentari, existenți în solurile cu aciditate mare. În afară de aceasta, lipsa de cupru (Cu) poate fi completată cu doze bogate de azot, deoarece este probabil că printr-o formare intensivă a proteidelor de cupru (Cu) se inactivează cuprul existent în plante.

Pe astfel de soluri rămîn fără efect chiar și dozele de 50 pînă la 100 kg sulfat de cupru (Cu SO_4) sau 500 kg pirită prăjită la hectar, recomandate în general pentru corectarea lipsei de cupru, fiindcă cuprul introdus în pămînt se fixează puternic. În asemenea condiții sînt de preferat stropiri cu sulfat de cupru în doze de circa 25 kg sulfat de cupru (CuSO_4) la hectar.

Pe solurile cu turbării, recoltele pot fi sporite adesea cu de două sau de trei ori prin aplicarea unui îngrășămînt cu cupru.

Un mare rol de seamă îi revine cuprului și în problema hrănirii animalelor, mai ales în regiunile cu turbării. Așa de exemplu din cauza unor nutrețuri sărace în cupru (Cu) a apărut la bovine și la ovine boala linsului, creșterea linii negre

cu dungi albe la oi, care au putut fi înlăturate numai prin doze adecvate de sulfat de cupru (Cu SO_4). Și nutrețurile prea bogate în albumină pot pricinui ușor apariția fenomenelor carenței de cupru (Cu) la rumegătoare. Conținutul de molibden și de sulf al nutrețurilor are de asemenea un rol în această privință, deoarece prin acțiunea acestora se micșorează posibilitățile de folosire a cuprului din nutreț.

MANGANUL (Mn)

„Boala petelor uscate“ la ovăz se observă adesea pe solurile ușoare, bogate în calciu sau amendamentate cu calciu și apare mai ales în anii secetoși. Aceasta a fost atribuită la începutul anului 1920 carenței de mangan (Mn). În cursul anilor ce au urmat, fenomenele tipice ale bolilor, care s-au atribuit lipsei de mangan (Mn), au fost descoperite apoi și la diferite alte plante.

La carențe de mangan (Mn) frunzele tinere se decolorează în verde-deschis cu o concomitentă apariție a unor pete mortificate brune sau gri, care se contopesc succesiv. Cloroza cauzată de mangan (Mn) apare în majoritatea cazurilor pe suprafața frunzelor între nervuri, în timp ce nervurile mici rămân aproape verzi. Frunza capătă astfel o înfățișare de rețea asemănătoare celei care se produce și la cloroza de fier. Spre deosebire de carența de fier, apariția fenomenelor clorotice și a petelor pe frunze pricinuieste în cazul lipsei de mangan (Mn), în foarte scurt timp, pieirea și pierderea frunzelor.

În cazul cînd nu ne găsim în fața unei lipse totale conținutul de mangan (Mn), este mai puțin important, pentru plante, conținutul de mangan (Mn) al solului, decît starea lui din punct de vedere al reacției sau a valorii pH-ului. După Schachtschabel manganul din pămînt se găsește mai ales sub forma oxizilor de mangan (Mn)³⁺⁴. Acești oxizi sînt în echilibru cu ionii de mangan (Mn)² disponibili pentru plante și existenți în stare de soluție în pămînt, precum și cu ionii de mangan (Mn)² absorbiți, ce pot fi schimbați (ambele feluri reprezentînd un „mangan activ“). De aceea cu cît este mai scăzută valoarea pH-ului, cu atît mai mare este numărul ionilor de mangan (Mn)². În timp ce la valori ale pH-ului peste 6 se poate produce ușor o fixare de mangan și prin aceasta o îmbolnăvire din cauza carenței de mangan (Mn), la valorile pH-ului sub 6 rareori întîlnim simptome de carență de Mangan (Mn),

cu toate că și în astfel de cazuri poate lipsi acest element. De aceea în condiții de anaerobie existente în anii ploioși, rareori vor surveni îmbolnăviri datorate carenței de mangan (Mn), ci dimpotrivă pe unele soluri se vor produce ușoare intoxicații cu mangan (Mn) explicate de obicei ca degradări provocate de acizi. Nici pe solurile mijlocii sau grele, cu un conținut suficient de materii organice și cu o bogată viață bacteriană, nu se vor ivi decât rareori și cu greu carențe de mangan (Mn). În schimb pe nisipurile deluviene cu humus, cuprinzând deseori și o cantitate suficientă de mangan, după o amendamentare cu materii calcaroase în cantități mai mari, se ivesc ușor simptomele lipsei de mangan (Mn). Mai trebuie menționat că, între mangan (Mn) și magneziu (Mg) există un antagonism clar în privința absorbirii substanțelor nutritive și că o îngrășare cu magneziu poate compensa efectul vătămător al unui excedent de mangan (Mn). De asemenea și prin doze mari de fier se poate combate excedentul de mangan.

Remarcabil mai este faptul că felurite plante au o comportare diferită față de carența de mangan (Mn). Astfel ovăzul cultivat pe un teren cu un conținut slab de mangan (Mn) a suferit mult în timp ce culturile tinere de grâu și de orz, semănate la aceeași epocă, nu arătau nici un fel de simptome de carență.

Apariția carenței de mangan (Mn) este împiedicată printr-o îngrășare cu circa 50 kg sulfat de mangan ($Mn SO_4$) la hectar sau folosirea fosfatului Thomas, căruia îi revine o deosebită importanță atât din cauza conținutului în mangan (Mn) și de alte microelemente, cât și pentru asigurarea aprovizionării solurilor noastre cu acid fosforic. Pe solurile foarte compacte, grele sau în cazul unor condiții de mediu, care duc la nefolosirea manganului (Mn) cum este de exemplu seceta, se recomandă o stropire cu 25 kg sulfat de mangan ($Mn SO_4$) la hectar sub forma unei soluții de 1% sau printr-o îngrășare îndestulătoare cu fosfatul Thomas.

Potrivit datelor din literatură, s-a putut spori pe asemenea terenuri, recolta de ovăz, printr-o corespunzătoare stropire cu sulfat de mangan ($Mn SO_4$), de la 2 700 kg boabe șiștave și 5 200 kg paie la hectar, la 3 200 boabe pline și 7 000 kg paie la hectar. Tot așa printr-o singură stropire cu numai 5—10 kg sulfat de mangan ($Mn SO_4$) la hectar, producțiile de cartofi au putut fi mărite cu 3 700—13 300 kg la hectar. Cum totalul manganului extras din pământ de către plante este foarte redus și pe durata unei perioade de ve-

getație se ridică numai la 0,5—1,0 kg la hectar, este posibil ca după precipitații atmosferice mai intense carența de mangan (Mn) să dispară din nou.

Și în regnul animal desfășurarea unor funcțiuni sexuale normale și a echilibrului metabolismului sînt condiționate de mangan (Mn). Pica sau boala linsului, sterilitatea provocată de carența de mangan se pot vindeca prin adăugarea la nutreț a unei doze zilnice de 2—5 g sulfat de mangan (Mn SO_4) pentru fiecare animal. Potrivit datelor sovietice producția de lapte a vacilor, a fost sporită și durata lactației prelungită de pe urma furajării finului cu un conținut bogat în mangan (Mn). Kurmies a găsit că finul din regiunile din sudul Germaniei au o lipsă pronunțată de mangan (Mn). Pentru aprovizionarea normală a animalelor este nevoie ca finul să aibă un conținut de cel puțin 50 mg mangan (Mn) pentru 1 kg de substanță uscată.

MOLIBDENUL (Mo)

Molibdenul este un microelement care abia în ultimele două decenii a fost recunoscut ca microsubstanță nutritivă. Lipsa de molibden (Mo) este foarte acută mai cu seamă în țările în care se exercită în mod intensiv horticultura. Cea mai cunoscută este apariția simptomelor carenței de molibden (Mn) la conopidă. În ultimii ani s-a putut constata atît în regiunea din jurul orașului Erfurt, cît și în alte părți, pe multe hectare cultivate cu conopidă, o mai mult sau mai puțin pronunțată carență de molibden (Mo) (uneori și pierderi totale), care a putut fi eliminată printr-o îngrășare adecvată. Simptomele carenței de molibden (Mo) la conopidă și la alte crucifere se caracterizează prin: frunze pătate și răsucite la margini, însoțite mai tîrziu de cloroză și vestejirea marginilor frunzei, înfășurarea, decolorarea, vestejirea întregii frunze și oprirea în creștere a nervurilor mediane (Whiptail). În afară de aceasta punctul de creștere indică o răsucire a frunzelor numită „chircirea inimii” (boala răsucirii frunzelor inimii la conopidă). După H E W I T T sensibilitatea unor plante față de lipsa de molibden (Mo) este gradată în următoarea succesiune: varza de Bruxelles, gulia, conopida, rapița colza, varza *Markstamm*, varza creastă. Mai trebuie accentuat și faptul că necesarul de molibden (Mo) al plantelor depinde în mare măsură de soiul lor. Așa de exemplu, soiurile de conopidă: *Delphter Markt*, *Gloria*,

Frickes Ideal și alte soiuri ale grupeii alfa reacționează puternic în cazul unei carențe de molibden (Mo), iar celelalte soiuri ca : *Erfurter Zwerg*, *Flora Blanca* și *Le Cerf*, precum și *Erfurter Langlaubiger* și *Edelstein* sînt mai puțin sensibile.

Leguminoasele, care pentru asimilarea azotului (N) de către bacteriile din nodozități, au nevoie în primul rînd de molibden (Mo), indică în cazul lipsei de molibden (Mo) o statură scundă și o decolorare în verde-gălbui-deschis a frunzelor. Din cauza lipsei de azot (N) plantele se atrofiază și pier. Prin îngrășarea leguminoaselor cu azot, se pot înlătura simptomele carenței de azot (N); fasolea, mazărea, lucerna și alte leguminoase arată în cazul unei pronunțate carențe de molibden (Mo), simptome asemănătoare cu celelalte plante. Dintre acestea lucerna are nevoie de o cantitate relativ ridicată de molibden (Mo). În schimb leguminoasele cu boabe mari au în mod normal suficient molibden (Mo) în boabe așa încît nu au nevoie de completări cu acest element. În cazul carenței de molibden (Mo) culturile de trifoi, de lucernă și de amestecul trifoiului cu graminee au o înfățișare pătată care seamănă cu degradările provocate de acizi. Pe lîngă locurile cu vegetație bună se pot găsi și suprafețe cu plante atrofiate și mai mult sau mai puțin îngălbenite.

În cazul carenței de molibden (Mo) culturile de legume arată o serie întreagă de simptome. Frunzele plantelor tinere se decolorează între nervuri pînă la o culoare palidă de galben-verzui, așa că frunza capătă un aspect bălțat. Mai tîrziu aceste pete devin galbene-deschis, aproape albe și pier brunificîndu-se. Marginile frunzelor sînt gofrate și decolorate. Plantele sînt în general atrofiate. Salata, pătlăgelele roșii, spanacul, dovleacul, pepenele și chiar sfecla de zahăr, precum și toate plantele care preferă o reacție alcalină a solului, reacționează foarte repede în cazul lipsei de molibden (Mo).

Soiurile noastre de cereale și de graminee au în general nevoie redusă de molibden (Mo) și numai pe terenurile lipsite complet de molibden (Mo) vor apare simptomele respective : atrofierea în creștere, îngălbenirea sau brunificarea timpurie a frunzelor mai bătrîne etc.

De asemenea unele plante decorative, cum sînt trandafirii și garoafele reacționează ușor în urma lipsei de molibden (Mo).

În cazul reducției nitrice (NO_3) molibdenul joacă un rol important în plantă, simptomele lipsei de molibden (Mo)

pot fi considerabil mărite printr-o îngrășare azotoasă cu nitrați. Apariția accentuată a fenomenelor carenței de molibden (Mo), ce se produce în practică pe diferite soluri în urma unei îngrășări dese și intense cu sulfat de amoniu $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, se bazează în schimb pe efectul ionului sulfatului (SO_4^{--}) , care sporește aciditatea pământului și odată cu aceasta intervine o disponibilitate redusă a molibdenului și împiedicarea asimilației molibdenului prin ionul sulfatului.

Dar Hewitt, Nicholas și alți autori au arătat că plantele nu au nevoie de molibden (Mo) numai pentru schimbul lor de azot, ci și pentru alte reacții cu fermenți precum și pentru metabolismul acidului fosforic.

Cantitățile de molibden (Mo) necesare plantelor sînt de asemenea foarte mici și variază în materia uscată între circa 0,02 și 4,1 p.p.m. (mg/kg). În timp ce frunzele sănătoase de citruși conțin numai 0,024 p.p.m. molibden (Mo), trifoiul și lucerna reacționează în urma unei îngrășări cu molibden (Mo), dacă conținutul de molibden (Mo) în materia uscată este sub 0,3 respectiv 0,5 p.p.m. În anumite soluri lucerna reacționează însă chiar și atunci cînd frunzele ei conțin pînă la 2,1 p.p.m. molibden (Mo). Într-un asemenea caz — precum reiese din rezultatele încercărilor făcute — necesarul ridicat de molibden (Mo) este condiționat de un conținut sporit în mangan. Din cele de mai sus rezultă că la aprovizionarea plantelor cu microsubstanțe nutritive o deosebită atenție trebuie acordată influenței reciproce a ionilor.

Pe de altă parte toleranța plantelor față de molibden (Mo) în opoziție cu borul (B) este destul de mare. După Hewitt decalajul între lipsă și exces, este de circa 50 de ori mai mare ca la alte microsubstanțe nutritive.

Pentru apariția carenței de molibden (Mo) este valabilă următoarea regulă generală : cu cît solul este mai sărac și mai acid, cu atît mai repede reacționează în urma unei îngrășări cu molibden (Mo). Toate solurile pe care plantele leguminoase și cele din grupa verzei ca conopida, varza de Bruxelles și altele au crescut slab sau de loc, și care au nevoie de amendamente calcaroase în doze mari, pentru a garanta o cultură a plantelor menționate, ar trebui să fie cercetate prin experiențe, spre a se vedea dacă acesta declanșează o carență de molibden (Mo). Indisponibilitatea molibdenului se ivește cel mai des din cauza unei valori mai redusă a pH-ului solului, deoarece în soluri acide molibdenul (Mo) este fixat de argilă și de alte minerale, în primul rînd de oxizii de fier. Deci

carența de molibden (Mo) apare pe următoarele soluri acide sau cu o slabă aciditate :

1. Pe cele cu un conținut ridicat în oxid de fier, de exemplu pe soluri roșii lutoase, argiloase sau pe cele de laterită, din zona tropicală.
2. Pe soluri cu un conținut ridicat în mangan, accesibil plantelor, manganul influențează negativ absorbția molibdenului și are oarecum un efect antagonic în cadrul metabolismului.
3. Pe soluri destelenite al căror conținut ridicat de materii organice favorizează reducerea molibdenului (Mo).
4. Pe soluri îngrășate pînă nu de mult cu doze mari de sulfat de amoniu sau ipsos, așa cum este obiceiul în unele țări intrucît ionul sulfatului are o acțiune nefavorabilă asupra absorbirii molibdenului și ionii sulfatului provoacă prin formarea acidului sulfuric o creștere a acidității în sol.
5. Pe soluri compacte, de exemplu, la marginea tarlalelor, de-a lungul urmelor de tractoare sau pe locul ariilor de treierat și a șirelor de paie, se poate de asemenea conta pe o lipsă de molibden (Mo) în timp ce o bună aerisire are un efect contrariu.

Pe aceste soluri se poate corecta carența de molibden (Mo), și printr-o amendamentare calcaroasă îndestulătoare. Unde acest lucru nu este posibil sau unde din diferite motive amendamentele calcaroase administrate în cantități mari nu sînt recomandabile, putînd de exemplu, declanșa o lipsă de fier, mangan, bor sau de cupru, se va recurge la o îngrășare cu molibden. Pe lîngă aceasta se va mai lua în considerație că, spre a stabili dacă o folosire de molibden (Mo) este sau nu necesară, nu ne putem baza decît pe o experiență de cîmp. În acest scop pe lîngă amendamentarea pămîntului cu materii calcaroase se va îngrășa o parcelă cu molibdat de sodiu sau molibdat de amoniu, iar cealaltă cu calciu și molibdat.

Molibdenul se aplică în doze mici și cea mai avantajoasă formă a administrării este stropirea extraradiculară. Prin cercetările și experiențele făcute pînă acum s-a dovedit că este indicată folosirea următoarelor cantități de îngrășăminte :

Felul plantelor	Cantitatea de molibdat de sodiu la hectar	Frecvența aplicării
Pășuni și plante de nutreț	150—200 g	La fiecare 4 pînă la 6 ani
Alte culturi de cîmp	150—200 g	anual
Pomi fructiferi și legume mai ales conopidă	0,5—2,0 kg	anual

Pentru prevenirea carenței de molibden (Mo) Brandenburg indică următoarele doze :

- pentru soluri grele, circa 4 kg molibdat de sodiu la hectar ;
- pentru soluri ușoare, circa 2 kg molibdat de sodiu la hectar.

În locul molibdatului de sodiu se poate folosi cantități corespunzătoare de molibdat de amoniu.

În prezent se recomandă, în afară de cele arătate mai sus, tratarea sămânței cu molibden și folosirea preparatului adeziv special, care rezistînd solicitărilor mecanice, împiedică dezintegrarea granulatului preparat cu sămînță destinată în-sămînțării¹. Pe soluri care au nevoie de mult molibden, această metodă dă rezultate mai bune decît aplicarea de în-grășăminte cu molibden (Mo).

În cazul cînd solul are un conținut mare de mangan sau de alt metal greu, este nevoie de doze mari, dar *administrarea lor nu este recomandabilă fără avizul favorabil al serviciilor competente*, deoarece un conținut prea mare de molibden a nutrețurilor provoacă la rumegătoare boala numită molibdenoză. Aceasta se manifestă prin slăbire, diaree, anemie, albirea și căderea părului, predispoziție la fracturi și pică (boala linsului), stări care pot fi vindecate prin administrarea unor doze adecvate de cupru.

ZINCUL (Zn)

Deocamdată lipsa de zinc este aproape necunoscută terenurilor din Germania, totuși a fost observată sporadic în unele plantații de pomi fructiferi (de exemplu în cîmpia Rinului). În celelalte țări, mai ales în cele transoceanice, carența de zinc (Zn) se observă la plantațiile de pomi fructiferi și la culturile de porumb. Lipsa de zinc (Zn) se manifestă la plantele anuale, de exemplu la porumb, printr-o îngălbenire (mai întîi dungi) și albire a frunzelor mai bătrîne. Frunzele mai tinere după desfacerea lor devin de un galben-spălăcit pînă la alb. Mai tîrziu se măresc zonele necrotice ale frunzelor bătrîne colorîndu-se pînă la brun-închis și în cele din urmă frunza respectivă piere, iar planta rămîne pitică, deoarece internodiile nu cresc. La porumb carența de zinc este cunos-

¹ Moly-Gro seed treatment (Tratarea semințelor după metoda Moly-Gro).

cută sub denumirea „white bud“. La fasolea urcătoare se întâlnesc aceleași simptome.

Simptomele carenței de zinc (Zn) la pomii fructiferi se aseamănă în mare măsură cu acele descrise mai sus pentru plantele anuale. În plus, frunzele lăstarilor tineri rămân mici și scunde, ele sînt dispuse în mănunchiuri sau în formă de rozete. De aceea îmbolnăvirea din cauza carenței de zinc (Zn) se numește și „boala frunzelor mici“, mărimea frunzelor bolnave avînd deseori numai $1/20$ din mărimea frunzelor normale. În cazul unei pronunțate carențe de zinc (Zn) pînă la urmă se produce mortificarea ramurilor. Pomii rodesc puțin, fructele care se dezvoltă rămîn mici și au o înfățișare deformă. La prune și alte fructe sîmburoase apar zone brune în pulpă. Nu se știe însă precis dacă muiera merelor se datorește tot lipsei de zinc (Zn).

La plantele anuale, cînd frunzele conțin mai puțin de 20 p.p.m. zinc (Zn), contăm pe o carență de zinc (Zn), în schimb la pomii fructiferi frunzele sînt sănătoase chiar și atunci cînd ele conțin numai 10 pînă la 17 p.p.m. zinc (Zn).

Potrivit cercetărilor, zincul (Zn) are un efect toxic asupra plantelor chiar și în concentrații relativ reduse. După Hewitt la sfecla de zahăr aceste simptome ale excesului de zinc (Zn) sînt asemănătoare cu acele ale carenței de mangan (Mn).

Pe soluri calcaroase sau puternic amendamentate cu materii calcaroase unde zincul (Zn) se fixează ușor, la fel ca și celelalte microelemente, lipsa lui se mărește prin administrarea dozelor mari de acid fosforic.

Potrivit rezultatelor cercetărilor de pînă acum, zincul (Zn) joacă un rol important în fotosinteză, în procesele de redox și în metabolismul hidraților de carbon-albumină. De aceea acumulările de zinc (Zn) se produc mai ales în punctele de vegetație enzimatică ale plantelor.

Folosind un îngrășămint cu zinc (Zn) pentru prevenirea și vindecarea simptomelor de carență a acestui element se

aplică în general o doză de 15—16 kg sulfat de zinc (ZnSO_4) la hectar, iar metoda cea mai recomandabilă este stropirea lui sub forma unei soluții de 1%.

SODIUL (Na) și CLORUL (Cl)

Simptomele pronunțate ale carenței acestor două elemente, care în ultima vreme au fost clasificate ca microsubstanțe nutritive, au fost pînă acum în practică prea puțin observate. Acest lucru se datorește faptului că, în condiții naturale rareori s-a ivit o lipsă a acestor elemente. Potrivit noilor cercetări o cantitate de 3 p.p.m. clor (Cl) (3 mg Cl la 1 litru de soluție nutritivă) este deajuns să împiedice ivirea carenței de clor (Cl).

În privința importanței sodiului pentru plante mai persistă diferite neclarificări. Chiar la plantele halofite nu se știe cu certitudine dacă sodiul (Na) este absolut necesar. Cercetări mai recente demonstrează însă că și sodiului (Na) îi revine, cel puțin la unele plante, o funcție specifică în procesul fiziologic celular și că este de un efect favorabil mai ales în cazul lipsei de potasiu (K). În alte cazuri el trebuie privit numai ca un „balast“.

După cum reiese din lucrările diversilor cercetători, unele plante reacționează diferit în urma îngrășării cu săruri de sodiu (Na). La plantele cercetate s-a găsit următoarea succesiune: sfecla, țelina, morcovul, bumbacul, inul, ovăzul, orzul, trifoiul, iarba de Sudan, lucerna, cartoful, porumbul.

În timp ce porumbul nici în cazul carenței de potasiu nu a dat rezultate în urma aplicării unui îngrășămînt cu sodiu (Na), inul, ovăzul, trifoiul, iarba de Sudan și lucerna au reacționat pozitiv la o îngrășare cu sodiu (Na), dar numai în cazul lipsei de potasiu. În schimb sfecla, țelina, morcovul și bumbacul, au reacționat chiar la doze mari de potasiu în urma unei îngrășări suplimentare cu sodiu (Na). La aceste plante s-a obținut prin îngrășarea cu sodiu (Na), în primul rînd, o îmbunătățire calitativă a recoltei.

În problema aplicării îngrășămintelor cu sodiu (Na) deocamdată mai este nevoie de continuarea cercetărilor spre a

putea da indicații definitive și precise pentru practică. De-oarece unele îngrășăminte ca : azotatul de sodiu, sărurile brute de potasiu și altele conțin deja sodiu, de aceea în mod practic nu prea se poate conta pe o pronunțată carență de sodiu.

Chiar dacă în viitor microsubstanțelor nutritive le va reveni o importanță mai mare și cu toate că multe probleme în legătură cu aceste substanțe mai au nevoie să fie lămurite în amănunt, *totuși trebuie să punem în gardă pe agricultori în ceea ce privește aplicarea nehibzuită a îngrășămintelor conținând microsubstanțe nutritive*. Întrucât cantități reduse de microsubstanțe nutritive (adesea numai câteva kilograme) sînt suficiente pentru o vegetație optimă a plantelor, foarte ușor dozări exagerate pot provoca mai multă pagubă decît folos. *Dozele preventive de microsubstanțe nutritive pot avea adesea un efect contrariu și de aceea se cere multă precauție din partea celor care o recomandă și este mai bine să facă acest lucru atunci cînd au apărut într-adevăr simptomele vizibile ale carenței*. În afară de aceasta o îngrășare cu microsubstanțe nutritive va avea efect pozitiv asupra producției, numai atunci cînd există condiții preliminare pentru o îndeustulătoare aprovizionare cu cunoscutele substanțe nutritive esențiale.

Nu se poate considera deci ca necesară o aplicare generală a îngrășămintelor speciale conținând microsubstanțe nutritive pe baza nivelului actual al cercetărilor. Aplicarea lor trebuie mai degrabă limitată la anumite feluri de culturi și de soluri, orientîndu-se întotdeauna în privința stabilirii măsurii dozelor după necesarul respectiv.

Încheind, putem și trebuie chiar să arătăm că, *procedînd la toate reflexiile, evaluările prealabile și investițiile cu privire la tehnica îngrășării, pe lîngă cunoașterea nevoii în substanțe nutritive ale plantelor, trebuie să avem în vedere, în primul rînd, rezultatul analizei solului respectiv, al analizei frunzelor în privința situației referitoare la calciu, la acidul fosforic și la potasiu, precum și în ceea ce privește conținutul de microsubstanțe nutritive*. Abia pe baza rezultatului analizelor în stațiunile de încercări și cercetări agricole, se va putea lua hotărîri în privința administrării de substanțe

*nutritive esențiale, în privința folosirii raționale a îngrășă-
mintelor cu substanțe nutritive multiple și înainte de toate
în privința necesității folosirii microsubstanțelor nutritive.*

APENDICE

Pentru a putea asigura o dată cu îngrășarea plantelor noastre de cultură și o aprovizionare armonioasă cu cele trei macrosubstanțe nutritive de cea mai mare importanță, cum sînt azotul (N), fosforul (P) și potasiul (K), urmează să menționăm proporția medie necesară a substanțelor nutritive în care aceste trei macrosubstanțe nutritive, cele mai importante din punct de vedere al tehnicii îngrășării, trebuie să fie cuprinse în dozele de îngrășămînt.

Într-un asolament normal raportul substanțelor nutritive extrase se ridică în general la circa :

1 N : 0,4 pînă la 0,5 P_2O_5 : 1,2 pînă la 1,5 K_2O (= 1 N : 0,18 pînă la 0,22 P : 1,0 pînă la 1,3 K).

Cum azotul prezent în îngrășămînt se valorifică în proporție de circa 80%, acidul fosforic, în primul an, numai în proporție de 10—30%, iar în anii următori din cauza efectului ulterior al anilor premergători această relație ajungînd în medie la 50%, și potasiul se valorifică în mod corespunzător în proporție de 60—70%, urmează ca dozele de îngrășămînt (gunoiul de grajd și îngrășămintele chimice) pentru solurile cu un conținut normal de acid fosforic și de potasiu, să fie pe cît este posibil așa calculate, încît celor trei substanțe nutritive principale să se respecte aproximativ următoarea proporție :

1 N : 0,8 P_2O_5 : 1,8 K_2O (= 1 N : 0,35 P : 1,49 K).

INDICATOR PENTRU DETERMINAREA LIPSURILOR DE SUBSTANȚE NUTRITIVE LA PLANTELE AGRICOLE CULTIVATE

A. FRUNZELE BĂTRÎNE, RESPECTIV CELE DE LA BAZĂ,
SÎNT CEL MAI PUTERNIC ATINSE; SIMPTOMELE SÎNT
LOCALIZATE SAU GENERALIZATE:

*I. Simptomele au cuprins întreaga plantă; frunzele de bază sînt
mai mult sau mai puțin uscate sau înroșite; planta are cu-
loarea verde-închis sau deschis;*

Lipsă de :

1. Planta este verde-deschis; frunzele de la bază sînt
mortificate, culoarea lor mergînd de la galbenă pînă la
brună-deschis; tulpina este scurtă și subțire, cerealele
înfrățesc puțin. Rădăcinile sînt foarte lungi în raport
cu mărimea lăstarilor; în schimb se formează puține
rădăcini laterale.

Azot (N)

Lipsă de :

2. Planta este verde-închis pînă la albastru-verde, ade-
sea se face roșie sau purpurie (mai cu seamă la tul-
pini); la măr întîlnim un colorit murdar-purpuriu și
o culoare de bronz a fructelor; frunzele de bază sînt
uneori galbene și se usucă luînd culori care merg de
la verde-brun pînă la negru; tulpina este scurtă și
subțire. Planta are aspectul de „înțepenită”. O înfră-
țire redusă vom găsi și la cereale. Rădăcinile sînt lungi
cu puține rădăcini laterale, avînd o culoare roșiatică-
brună.

Fosfor

(P)

II. Simptomele sînt localizate ; pe frunzele de bază se găsesc pete clorotice cu sau fără zone mortificate ; uscarea frunzelor de bază producîndu-se într-o măsură redusă sau de loc :

Lipsă de :

1. Pe frunzele mai bătrîne se produce o bălțare clorotică („tigrare“), colorîndu-se parțial în roșu și în purpuriu (la porumb) ; nervurile frunzelor rămîn verzi ; uneori se văd înăuntrul regiunilor bălțate de cloroză, zone în curs de mortificare (necroză intercostală) ; vîrfurile și marginile sînt curbate în sus ; tulpinile rămîn deseori subțiri ; frunzele adesea sînt de un verde-spălăcit cu zone marginale verzi, deseori frunza se face sul ; la speciile de conifere, se observă îngălbenirea acelor („boala vîrfurilor galbene“). Rădăcinile sînt lungi și moi cu puține rădăcini laterale.

Magneziu
(Mg)

2. Formarea petelor clorotice cu zone mortificate mai mici sau mai mari :

- a) pete clorotice, care se mortifică mai tîrziu ; pete care la început sînt mici, apar de obicei pe vîrfuri și între nervurile exterioare, fiind mai pronunțate îndeosebi la marginile frunzelor ; la unele plante necroza ia naștere și la capătul de bază al frunzei ; frunzele se usucă decolorîndu-se într-un galben-brun ; deseori survine în același timp și o masivă mortificare a frunzelor ; plantele arată o dată cu o bogată înfrățire și un fel de „înfățisare vestejită“. Rădăcinile sînt lungi, bat în galben și sînt vîscoase cu puține rădăcini laterale.

Potasiu
(K)

- b) Pete mortificate, care se măresc repede (la început se deschid la culoare apoi devin albe, începînd cu frunzele mai bătrîne și apoi se întind peste toată planta ;

Lipsă de :

în general sînt limitate la suprafețele intercostale, totuși se întind parțial și pe nervurile secundare și primare ale frunzelor ; frunzele sînt groase și de cele mai multe ori mici ; lăstarii în mănunchiuri, iar frunzele crescute în formă de tufă. Dezvoltarea rădăcinilor puțin frînată.

Zinc
(Zn)

B. FRUNZELE TINERE ȘI CELE DE LA VÎRF ATINSE, SIMPTOMELE SÎNT LOCALIZATE :

I. După răsucirea vîrfurilor la frunzele de bază sau a celorlalte organe tinere, mugurii terminali pier :

Lipsă de :

1. Frunzele tinere ale lăstarilor din vîrf sînt răsucite și încilcite ; limbul se decolorează în verde-deschis pînă la alb-verzui, începe să se usuze, se sfișie la vîrfuri și la margini ; mugurul terminal și lăstarul deseori învinețit se mortifică începînd cu vîrfurile. Rădăcinile rămîn scurte și au o înfățișare ciufulită și viscoasă, colorate fiind de la brun-închis pînă la negru.

Calciu
(Ca)

2. Frunzele tinere ale mugurului terminal se colorează în verde-deschis și pier ; într-un stadiu de vegetație mai avansat ; frunzele se înfășoară și se atrofiază, cozile mugurilor terminali și punctele de vegetație pier brunificîndu-se și înegrindu-se (putregaiul uscat al inimii sfeclei). Rădăcinile se formează anevoie, au o înfățișare ciufulită ; rădăcinile laterale sînt numeroase foarte scurte și brunificate.

Bor
(B)

II. *Mugurul terminal crește, totuși se observă o vestejire, respectiv apariția clorozei la frunzele tinere sau la frunzele mugurilor cu sau fără formarea petelor mortificate; nervurile au culoarea verde-deschisă sau închisă;*

Lăpsă de :

1. Frunzele tinere se vestejesc și se decolorează în alb de cele mai multe ori fără cloroză și fără formarea petelor (albirea spicurilor, albirea vîrfurilor; uneori și ivirea petelor albe); se constată o intensivă înfrățire lăstari răsăriți ulterior); ramurile sau tulpinile sînt înndoite sub spic, sub paniculă sau sub sămință; spicul care este de cele mai multe ori sec, nu iese de loc din teaca (vaginul) frunzei sau este atrofiat. La dicotiledonate, pe lingă decolorarea cîmpurilor intercostale, se ivesc deseori după un colorit galben-deschis, zone mortificate de culoare brună-galbenă pînă la galbenă-albă. Creșterea vegetativă este în majoritatea cazurilor mai puțin dezavantajată ca aceea generativă. Creșterea rădăcinilor este încetinită, rădăcinile laterale sînt lungi, subțiri și de culoare albă.

**Cupru
(Cu)**

2. Frunzele tinere nu sînt vestejite; cloroza cu sau fără pete mortificate este repartizată pe toată frunza.
- a) Pete mortificate, deseori de culoare gri-brună cu un chenar mai închis, repartizate pe toată frunza, care la o carență mai pronunțată se contopesc („boala petelor uscate“); la sfeclă se declară „boala petelor galbene“; la mazăre o cloroză marginală; nervurile cele mai mici rămîn aproape verzi, frunza căpătînd astfel o înfățișare asemănătoare unei rețele. Rădăcinile se formează anevoie și adesea sînt brunate.

**Mangan
(Mn)**

- b) De obicei nu apar pete mortificate ; nervurile poartă semne de cloroză, dar numai parțial. În general ele sînt de culoare verde-deschis sau verde-închis :
- aa) Frunzele tinere inclusiv nervurile sînt de culoare verde-deschis ; nervurile frunzelor deseori mai deschise ca limbul ; lăstarii sînt scurți și fragezi. Multe rădăcini albe cu bogate ramificații.

Sulf (S)

- bb) Suprafețele frunzelor tinere sînt clorotice, avînd culoarea aproape galbenă (galben de lămîie) ; nervurile au o culoare verde tipică ; tulpinile sînt scurte și subțiri ; la o carență pronunțată se produc uneori pete brune la marginile frunzelor ; nervurile mici ale frunzelor apar ca o rețea verde. Rădăcinile brunificate, sînt scurte cu multe ramificații :

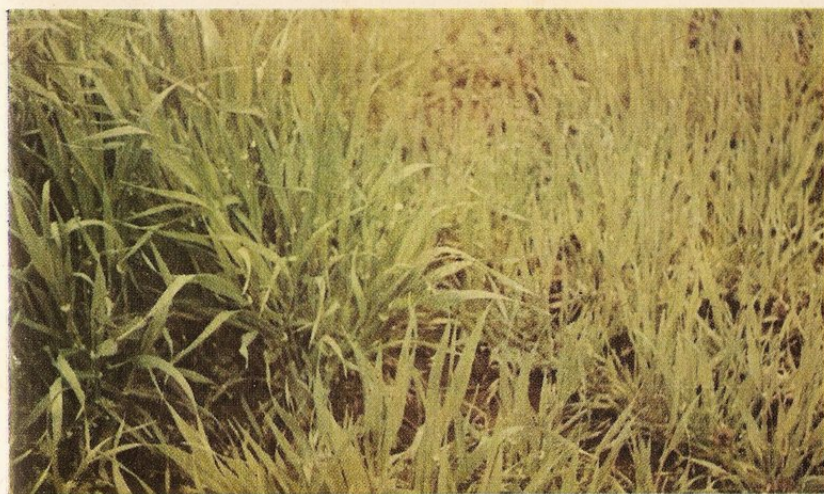
Fier
(Fe)

- c) Frunzele sînt bălțate și la margini răsucite (încrêțite) ; limburile se decolorează de cele mai multe ori în gri pînă la alb, apar pete necrotice și frunzele încep să se veștejească mai întîi la margini, în timp ce suprafețele intercostale sînt numai nervurile mediane continuă să crească (Whiptail la conopidă) ; punctul de vegetație piere, frunzele din interior se răsucesc („Chircirea inimii la o conopidă“) leguminoasele manifestă aceleași fenomene de îngălbenire ca la lipsa de azot ; la celelalte plante cultivate se manifestă „Boala petelor galbene“.

Molibden
(Mo)



Plante de ovăz care au primit îngrășăminte complete (stînga)
și fără îngrășăminte (dreapta)



Insuficiența azotului la plantele de orz în cîmp (dreapta)
și cu îngrășămint azotat (stînga)

PLANȘA II



Insuficiența azotului la plantele de cartof (în primul plan)
și cu îngrășămint azotat (în planul din fund)



Insuficiența azotului (stînga) și a fosforului (dreapta) la ovăz



Insuficiența fosforului la porumb



Insuficiență fosforului la orz

PLANȘA IV



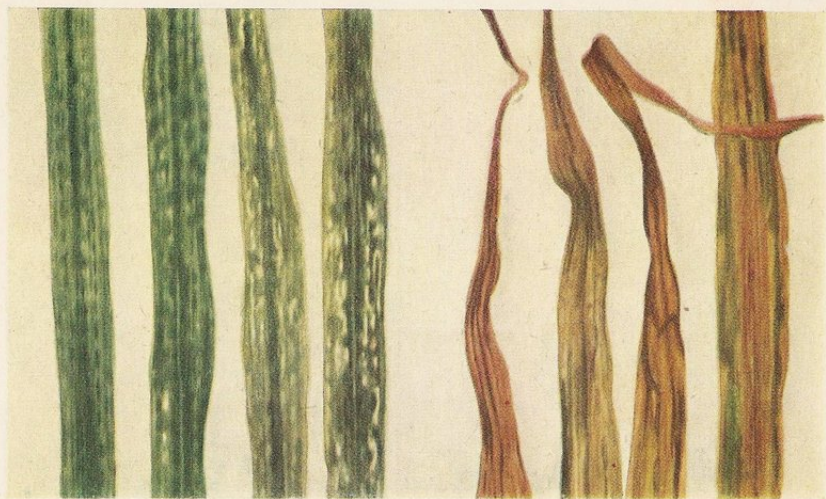
Insuficiența fosforului la rapiță



Insuficiența fosforului la *Camellia japonica* (stînga) și cu fosfor (dreapta)



Insuficiența fosforului la *Cyclamen persicum* (stînga) și cu fosfor (dreapta)



Insuficiența magneziului (stînga) și a potasiului (dreapta) pe frunze de ovăz

PLANȘA VI



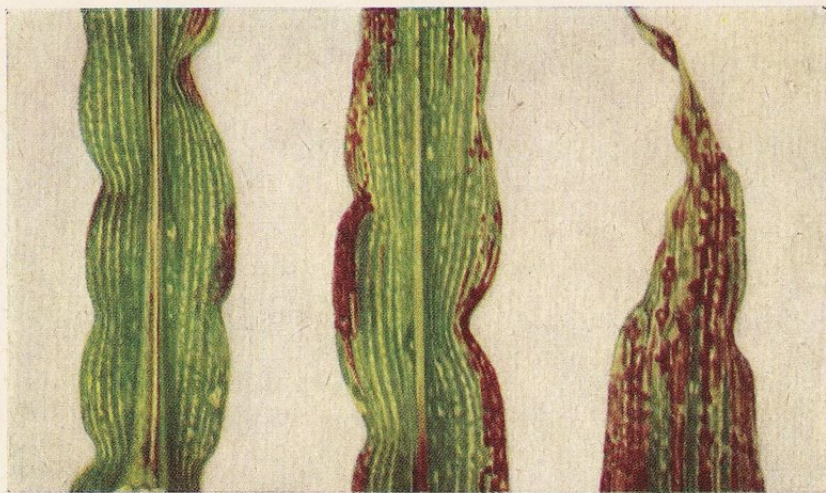
Insuficiența potasiului la măr



Insuficiența potasiului la muștar



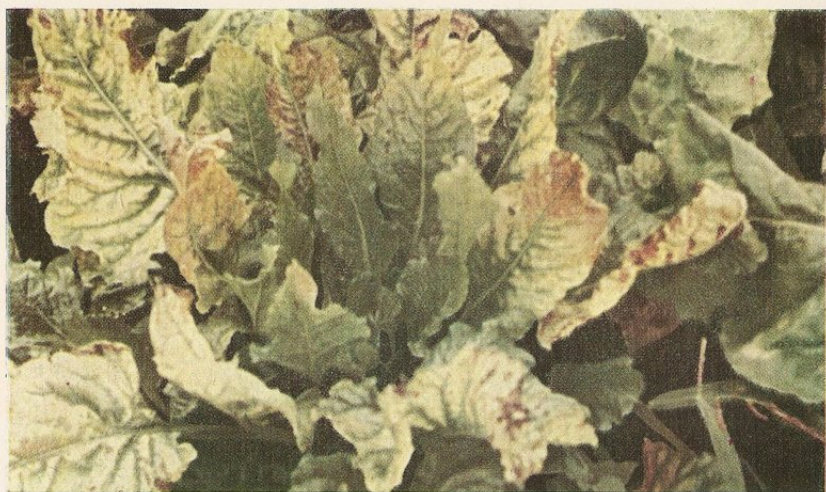
Insuficiența magneziului pe frunze de cartof



Insuficiența magneziului pe frunze de porumb



Insuficiența magneziului (stînga) și potasiului (dreapta) la frunzele de trifoi roșu



Insuficiența magneziului la sfecla de zahăr

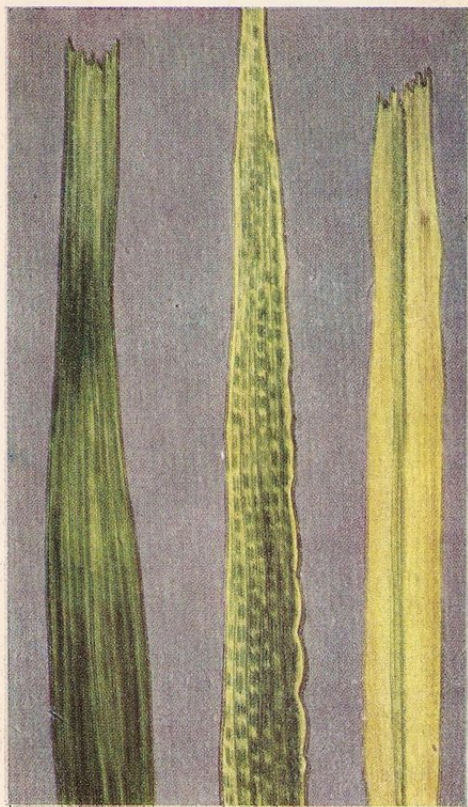


Insuficiența magneziului pe frunze de tutun



Insuficiența magneziului pe frunze de in

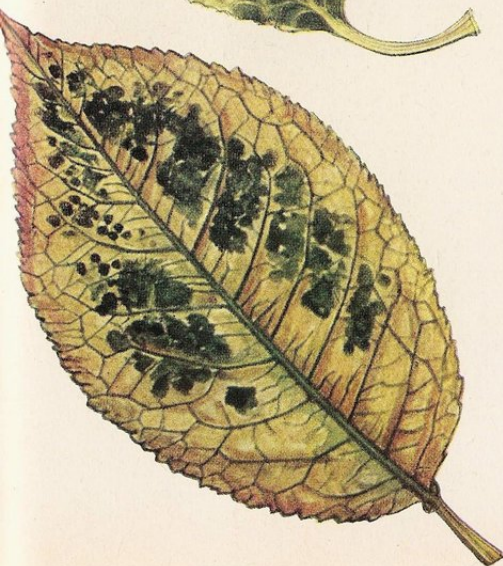
PLANȘA X



Insuficiența progresivă a
magneziului la frunzele de orz



Insuficiența magneziului la muștar



Insuficiența magneziului la vița de vie

Insuficiența magneziului la frunzele
de măr, prun și cireș



Insuficiența calciului
la plantele de in



Insuficiența calciului la muștar



Insuficiența calciului la mazăre



Insuficiența fierului la ovăz

PLANȘA XIV



Insuficiența fierului pe lăstari de măr



Insuficiența fierului pe frunzele de cireș (stînga) și frunze sănătoase (dreapta)



Insuficiența fierului pe frunze
de coacăz roșu (stînga) și frunze
sănătoase (dreapta)



Insuficiența fierului la în



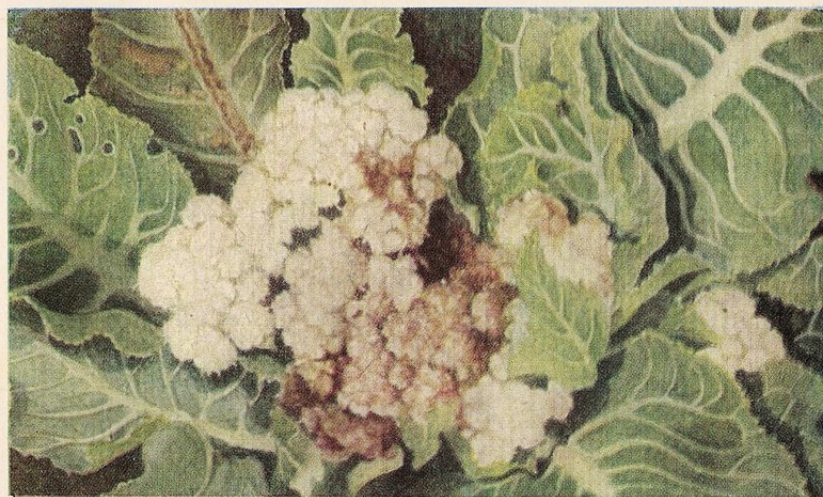
Insuficiența borului la lucernă



Insuficiența borului și magneziului
la sfecla de zahăr



Insuficiența borului la sfecla de zahăr



Insuficiența borului la conopidă

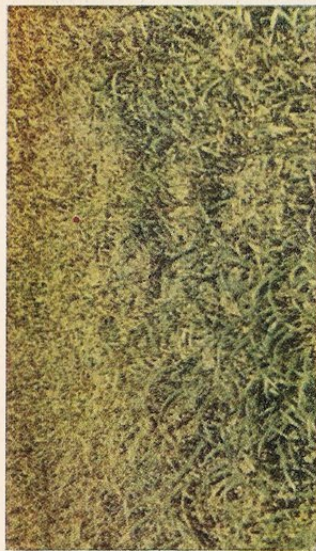
PLANȘA XVIII



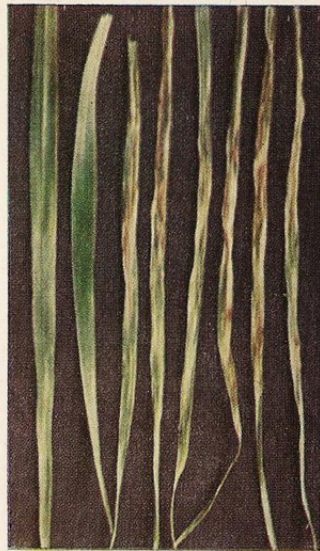
Insuficiența borului pe plante și fructe de tomate



Insuficiența cuprului la grâu



Insuficiența manganului la plantele de ovăz din câmp



Insuficiența progresivă a manganului la frunzele de ovăz

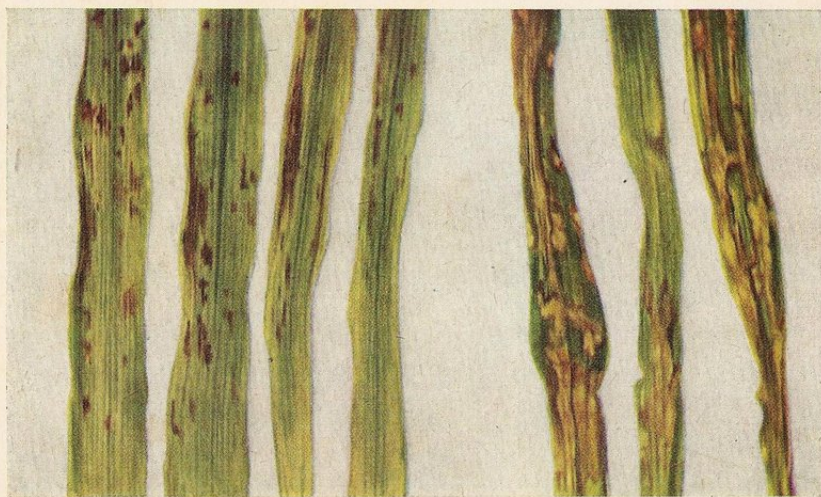


Insuficiența zincului pe lăstari de măr

PLANȘA XX



Insuficiența manganului la grâu, ovăz și orz



Insuficiența manganului la orz (stînga) și la ovăz (dreapta)



Insuficiența manganului manifestată pe frunze de prun



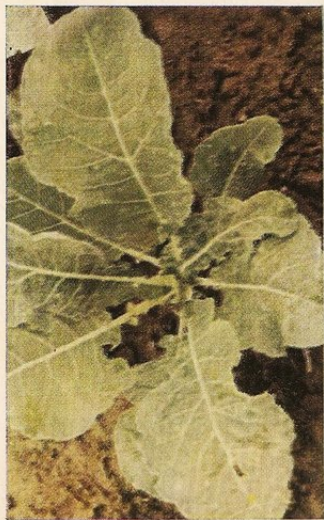
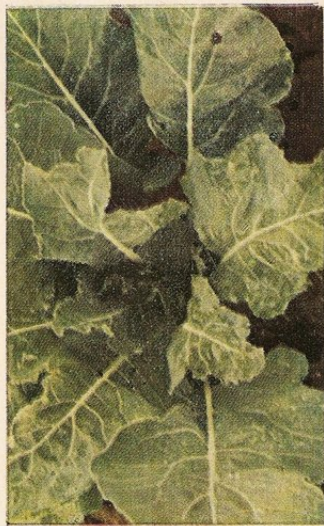
Insuficiența manganului manifestată pe frunze de coacăz negru



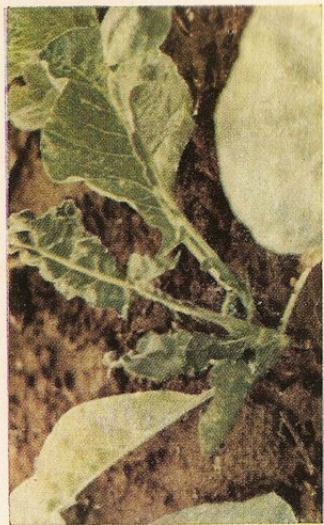
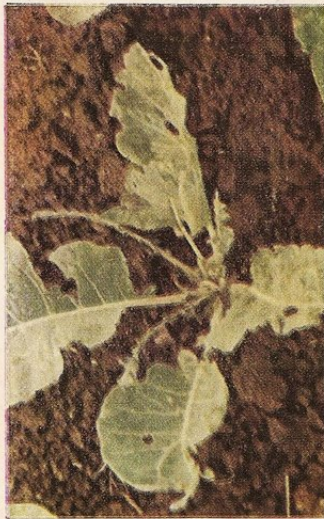
Insuficiența manganului la fasolea oloagă



Insuficiența molibdenului la fasolea oloagă

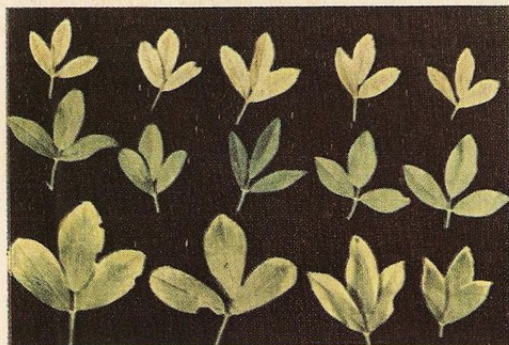


Insuficiența molibdenului la conopidă; stînga sus plantă sănătoasă



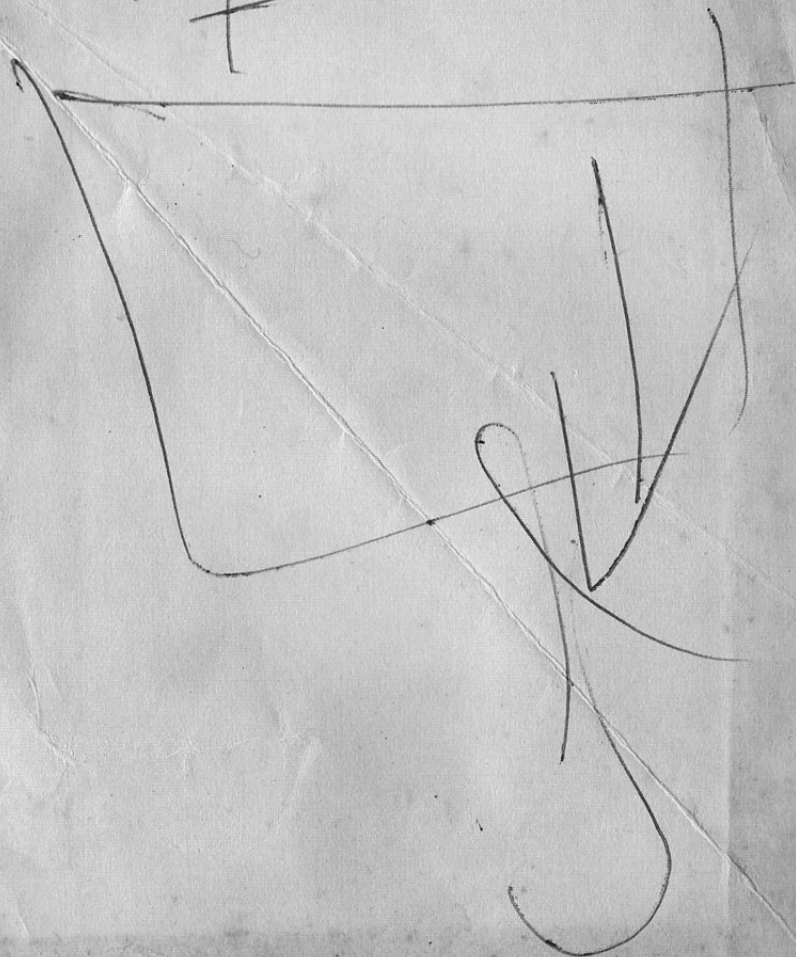


Insuficiența molibdenului într-un câmp de lucernă



Insuficiența molibdenului
la lucernă;
în mijloc plante și frunze
sănătoase

1. 200.



LEI 12

